



函館港 若松ふ頭

港湾土木の基礎知識

令和7年12月11日
港湾空港部 港湾建設課

本日の内容



目次



港湾の役割



港湾の施設



港湾整備の流れ



港湾整備事業



港湾工事の流れ



最近の話題



港湾の役割

港湾の役割



海運(海上輸送)と陸運(陸上輸送)の接点

過去

- ・船舶係留
- ・荷卸し、荷積み
- ・保管
- ・乗降

物流・人流
機能



物流、産業、生活に生きる諸機能を有する
臨海空間

現在

- ・船舶係留
- ・荷卸し、荷積み
- ・保管
- ・乗降

物流・人流
機能



- ・緊急物資輸送
- ・耐震、耐津波対策
- ・保安対策

防災・保安
機能



- ・エネルギー
- ・観光（クルーズ）
- ・みなとオアシス

経済・産業
振興機能



- ・洋上風力発電
- ・C N P（カーボン・ニュートラル・ポート）
- ・ブルーカーボン

海洋環境
保全機能





港湾の役割

物流における港湾の役割

四面を海に囲まれている北海道の物流は、9割以上が港湾を経由する海上輸送に依存しており、港湾は食関連産業等の基幹産業を支える重要な社会基盤。

北海道～道外



数字で見る北海道の運輸 令和5年版 [北海道運輸局]

国内物流は
海運が9割超

北海道～海外



令和5年 北海道港湾統計年報 [北海道]
令和5年 港湾管理状況調書 (国土交通省)

国際物流は
海運がほぼ
100%



港湾の役割

防災における港湾の役割

大規模災害時に、被災地の復旧・復興や経済活動の維持を図る上で、緊急物資や救援部隊等の被災地支援輸送や、コンテナやフェリー等の経済活動維持輸送の拠点として重要な役割を担う。また、気候変動に伴う海面上昇等が懸念されており、災害から国民の生命・財産を守り、社会経済活動を維持するため重要な役割を担っている。

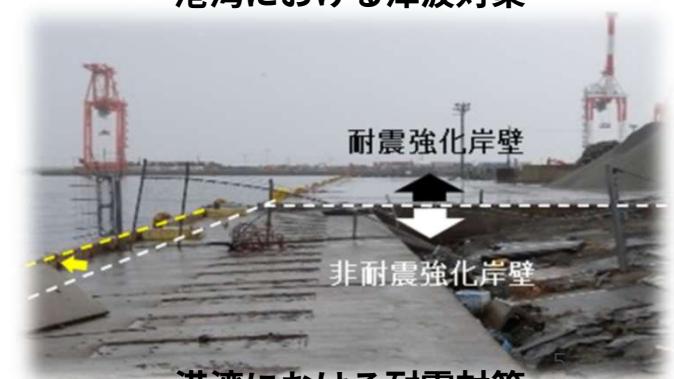
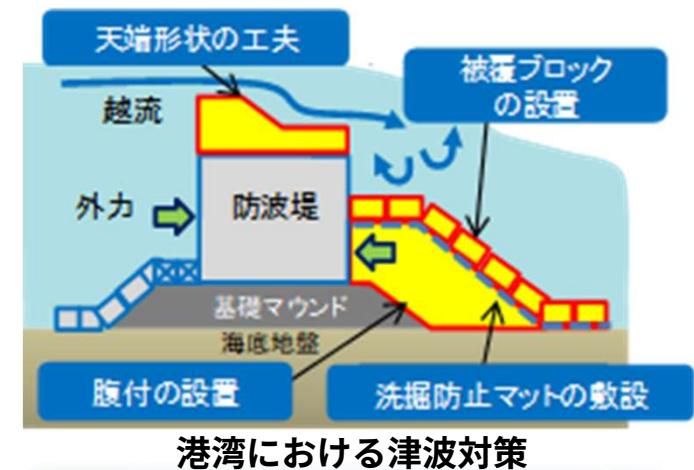
北陸地方整備局 大型浚渫兼油回収船「白山」



「白山」による支援物資輸送



「白山」による給水支援



港湾における耐震対策

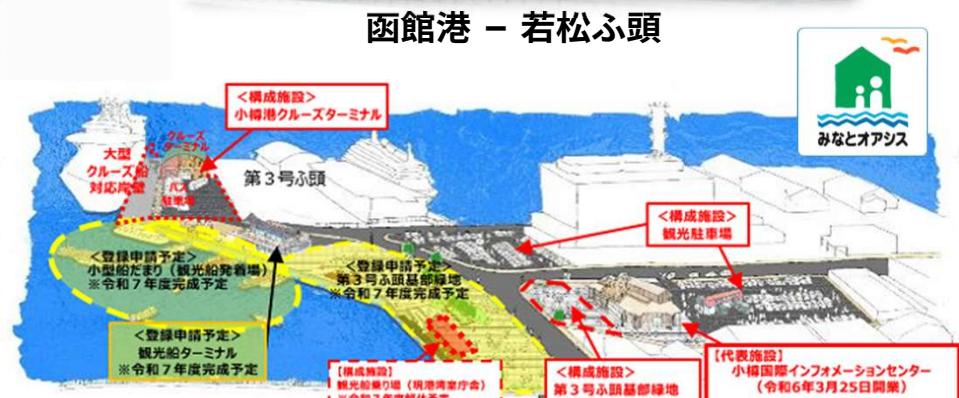
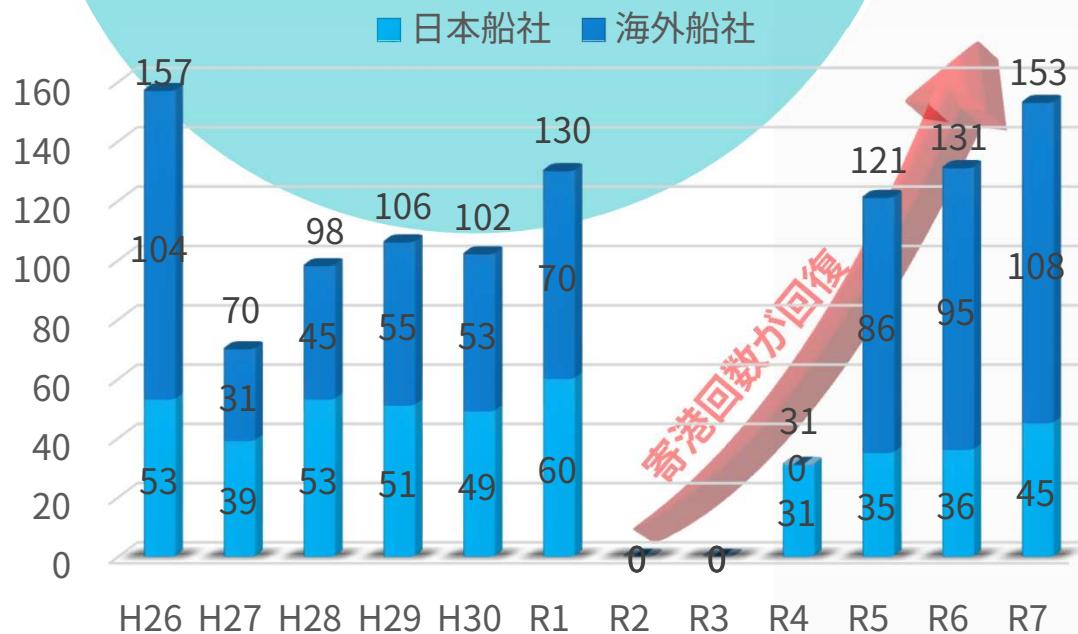


港湾の役割

観光における港湾の役割

北海道は豊かな自然、新鮮な食、文化など多くの観光資源に恵まれており、近年はアジアにおけるクルーズ需要が増加。港湾はクルーズ船の寄港による地域経済の国際観光の振興、みなとオアシス等と連携した町づくりの促進など、地域の賑わいの創出など重要な役割を担っている。

北海道内クルーズ船寄港回数の推移



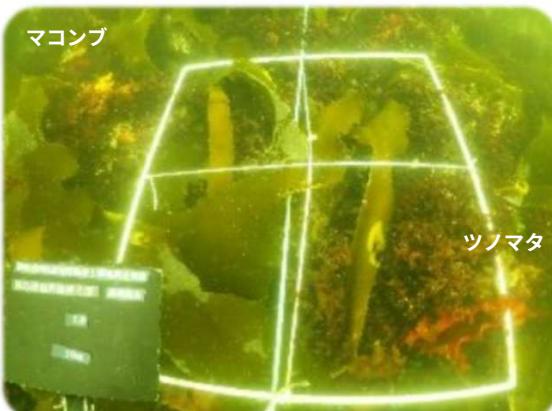
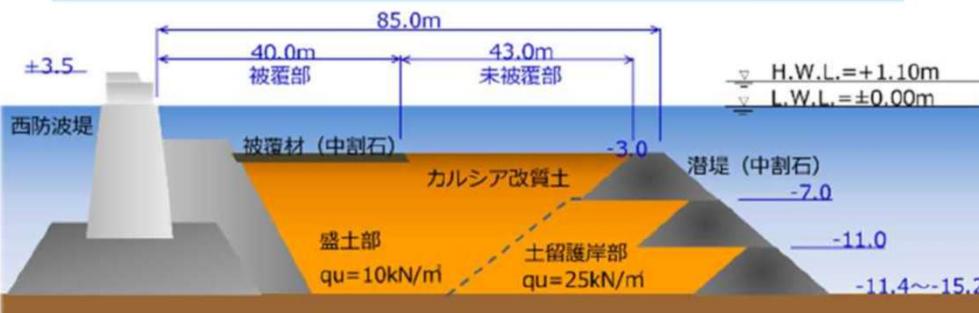


港湾の役割

海洋環境保全における港湾の役割

港湾は、物流・産業拠点としての機能に加え、公害防止、自然環境の保全・創造、そして地球温暖化対策（脱炭素化）といった環境保全において重要な役割を担っている。

函館港西防波堤背後の浚渫土砂の有効活用



石狩湾新港における洋上風力発電の状況





港湾の役割

港湾の分類



港湾法による分類

- 港湾法においては、国民経済上の重要性、すなわち外国貿易、国内貿易、旅客輸送、国土開発等における重要性によって区別・分類される。



国際戦略港湾

長距離の国際海上コンテナ輸送に係る国際海上貨物輸送網の拠点となり、かつ、当該国際海上貨物輸送網と国内海上貨物輸送網とを結節する機能が高い港湾であって、その国際競争力の強化を重点的に図ることが必要な港湾として政令で定めるもの



国際拠点港湾

国際戦略港湾以外の港湾であって、国際海上貨物輸送網の拠点となる港湾として政令で定めるもの



重要港湾

国際戦略港湾及び国際拠点港湾以外の港湾であって、海上輸送網の拠点となる港湾その他の国の利害に重大な関係を有する港湾として政令で定めるもの



地方港湾

国際戦略港湾、国際拠点港湾及び重要港湾以外の港湾（概ね地方の利害に係る港）



避難港

地方港湾のうち、暴風雨に際し小型船舶が避難のため泊することを主たる目的とし、通常貨物の積卸又は旅客の乗降の用に供しない港湾



56条港湾

港湾区域の定めのない港湾で、都道府県知事が水域を公告し、必要最小限度の規制をしておくために設けられた制度



港湾の役割

港湾の分類



港湾区の区分	港名	港数
国際戦略港湾		一
国際拠点港湾	室蘭、苫小牧	2
重要港湾	函館、小樽、釧路、留萌、稚内、十勝、石狩湾新、紋別、網走、根室	10
地方港湾	宗谷、枝幸、霧多布、えりも、浦河、白老、森、榎法華、松前、江差、奥尻、瀬棚、岩内、余市、石狩、増毛、羽幌、焼尻、天壳、天塩、鴨泊、鴨泊(鬼脇)、脊形、香深、香深(船泊)	25
避難港※	宗谷、えりも、榎法華、松前、奥尻、天壳	6
		37(31)

※灰色字は現在整備を休止している港湾



港湾の役割

漁港の分類



種類	用途	港数
第一種漁港	その利用が地元の漁業を主とするもの	165
第二種漁港	その利用範囲が第一種漁港よりも広く、第三種漁港に属しないもの	38
第三種漁港	その利用範囲が全国的なもの	18
特定第三種漁港	第三種漁港のうち水産業の振興上特に重要な漁港で政令で定めるもの（八戸、気仙沼、石巻、塩釜、銚子、焼津、境、浜田、下関、博多、長崎、枕崎）	—
第四種漁港	離島、その周辺地にあって漁場の開発又は漁船の避難上特に重要なもの	20

○国（北海道開発局）が整備する漁港
第三種漁港、第四種漁港
○北海道が整備する漁港
第一種漁港、第二種漁港



漁港及び漁場の整備等に関する法律による分類



港湾の施設

港湾施設



港湾法第2条第5項





港湾の施設





港湾整備の流れ

港湾整備の基本的な流れ

港湾の整備は、港湾法等に基づき以下の手順で実施されます。

基本方針の決定
(国土交通大臣)



港湾法第3条の2

国土交通大臣は、港湾の開発、利用及び保全並びに開発保全航路の開発に関する基本方針を定めなければならない。



港湾計画の策定
(重要港湾等の港湾管理者)



港湾法第3条の3

国際戦略港湾、国際拠点港湾又は重要港湾の港湾管理者は、港湾の開発、利用及び保全並びに港湾に隣接する地域の保全に関する政令で定める事項に関する計画を定めなければならない。



港湾工事の実施
(国、港湾管理者等)



港湾法第42条、43条、52条

「港湾工事」とは、港湾管理者等が「港湾施設を建設し、改良し、維持し、又は復旧する工事及びこれらの工事以外の工事で港湾における汚でいその他公害の原因となる物質のたた積の排除、汚濁水の浄化、漂流物の除去その他の港湾の保全のために行うもの。



港湾整備の流れ



港湾及び開発保全航路の開発等に関する基本方針

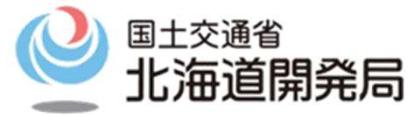
第三条の二 国土交通大臣は、港湾の開発、利用及び保全並びに開発保全航路の開発に関する基本方針（以下「基本方針」という。）を定めなければならない。

2 基本方針においては、次に掲げる事項を定めるものとする。

- 一 港湾の開発、利用及び保全の方向に関する事項
- 二 港湾の配置、機能及び能力に関する基本的な事項
- 三 開発保全航路の配置その他開発に関する基本的な事項
- 四 港湾の開発、利用及び保全並びに開発保全航路の開発に際し配慮すべき環境の保全に関する基本的な事項
- 五 経済的、自然的又は社会的な観点からみて密接な関係を有する港湾相互間の連携の確保に関する基本的な事項
- 六 官民の連携による港湾の効果的な利用及び保全に関する基本的な事項
- 七 民間の能力を活用した港湾の運営その他の港湾の効率的な運営に関する基本的な事項



港湾整備の流れ



港湾計画

第三条の三 国際戦略港湾、国際拠点港湾又は重要港湾の港湾管理者は、港湾の開発、利用及び保全並びに港湾に隣接する地域の保全に関する政令で定める事項に関する計画（以下「港湾計画」という。）を定めなければならない。

4 港湾計画は、基本方針に適合し、かつ、港湾の取扱可能貨物量その他の能力に関する事項、港湾の能力に応ずる港湾施設の規模及び配置に関する事項、港湾の環境の整備及び保全に関する事項、港湾の効率的な運営に関する事項その他の基本的な事項に関する国土交通省令で定める基準に適合したものでなければならない。



港湾整備の流れ

港湾管理者とは



港湾法制定の背景

港 湾	道 路	河 川	空 港
港湾法 S25年法律第218号 	道路法 S27年法律第180号 	河川法 S39年法律第167号 	空港法 S31年法律第80号
GHQ法制	GHQ以降(サンフランシスコ講和条約(S26年署名))の法制		
<ul style="list-style-type: none">・国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾・地方港湾 <p>＜管理者＞ 港務局※ 又は 地方公共団体</p>	<ul style="list-style-type: none">・高速自動車国道・一般国道 <p>＜管理者＞ 国土交通大臣</p>	<ul style="list-style-type: none">・一級河川 <p>＜管理者＞ 国土交通大臣</p>	<ul style="list-style-type: none">・国際航空輸送網又は国内航空輸送網の拠点となる空港 <p>＜管理者＞ 原則として国土交通大臣</p>
	<ul style="list-style-type: none">・都道府県道 <p>＜管理者＞ 都道府県</p>	<ul style="list-style-type: none">・二級河川 <p>＜管理者＞ 都道府県知事</p>	<ul style="list-style-type: none">・地方管理空港 <p>＜管理者＞ 地方公共団体</p>



港湾整備の流れ

港湾管理者とは



港湾法制定の背景

- 戦後、新憲法の施行により、原則としてすべての行政は法律に基づいてその枠内においてのみ執行
- 連合軍最高司令部（GHQ）の管理下にあった接収港湾が日本に返還されることとなり、その受入れのため、法制度を整えるようGHQが日本政府に指示
- 昭和22年12月 GHQ指令
ポートオーソリティー（港湾管理者）を導入するよう要請

「港湾法」の制定の検討開始
- 法案制定の課題
 - ・港湾の管理運営に関して最大限の地方自治権を与えること
 - ・国家的利益の確保・増進に必要な最少限度の監督・規制権のみを政府に留保する等

昭和25年5月 港湾法施行



港湾整備の流れ

港湾管理者とは



港湾管理者（港湾法）

- 港湾法は、港湾管理者となることが出来る者を**地方公共団体に限定**



港湾法第4条以下に規定する**港務局**（新居浜）

港湾法第33条以下に規定する**地方公共団体**

港湾管理者の設立形態

- ①**都道府県又は市町村**が単独で港湾管理者となる場合
- ②都道府県及び市町村が共同で地方自治法に基づく**一部事務組合**を設立して港湾管理者となる場合
- ③関係地方公共団体が単独又は共同で、港湾法に定めるところにより、地方公共団体から独立した法人である**港務局**（港湾管理者）を設立する場合



北海道は**31管理者**のうち**29**が**市町**（**2管理者**が**事務組合**）

北海道を除く**全国**では、港湾管理者の**約1／3**は**県や大都市**



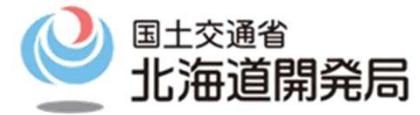
港湾整備の流れ

港湾整備のおおまかな流れ





港湾整備の事業



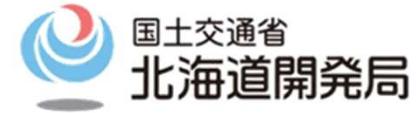
港湾整備事業における北海道の特例

- 北海道における港湾整備は、港湾法の特例法である「**北海道開発のためにする港湾工事に関する法律**」に基づき、**本州より高い国費率**で実施されており、**地方港湾**においても**直轄事業を実施**することが可能。
- また、特例法により、**港湾法よりも広い範囲の事業を直轄で実施**することが可能。

港湾改修事業		北海道	本州	沖縄
直 轄	外郭施設 水域施設	8.5/10 国際拠点港湾・重要港湾・地方港湾	5/10～2/3 国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾	9.5/10 地方港湾
	水域施設	2/3 国際拠点港湾・重要港湾・地方港湾	5/10～7/10 国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾	9.5/10 地方港湾
補 助	外郭施設 水域施設	7.5/10 国際拠点港湾・重要港湾・地方港湾	4/10～5/10 国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾・地方港湾	9/10 重要港湾・地方港湾
	係留施設	6/10 国際拠点港湾・重要港湾・地方港湾	4/10～5/10 国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾・地方港湾	9/10 重要港湾・地方港湾



港湾整備の事業



特例法（北海道開発のためにする港湾工事に関する法律） の制定経緯

- 北海道では明治時代より国策として国自らが港湾工事を実施してきた。
- しかし、戦後に港湾法が制定され、国の直轄工事が重要港湾に限定される等、北海道において従前と異なる港湾整備の枠組み規定となつた。
- これは、港湾法に先行して制定された北海道開発法に基づき、我が国の課題解決のために北海道開発を推進していく中で適切ではなく、北海道の港湾整備について港湾法の特例を制定する必要性が強く求められ、特例法の制定に至った。

昭和25年5月1日 「北海道開発法」 制定

昭和25年5月31日 「港湾法」 制定

昭和26年3月31日 「北海道開発のためにする港湾工事に関する法律」 制定



港湾整備事業

港湾整備の事業制度



事業制度毎の整備主体



港湾整備事業
【港湾管理者または国】



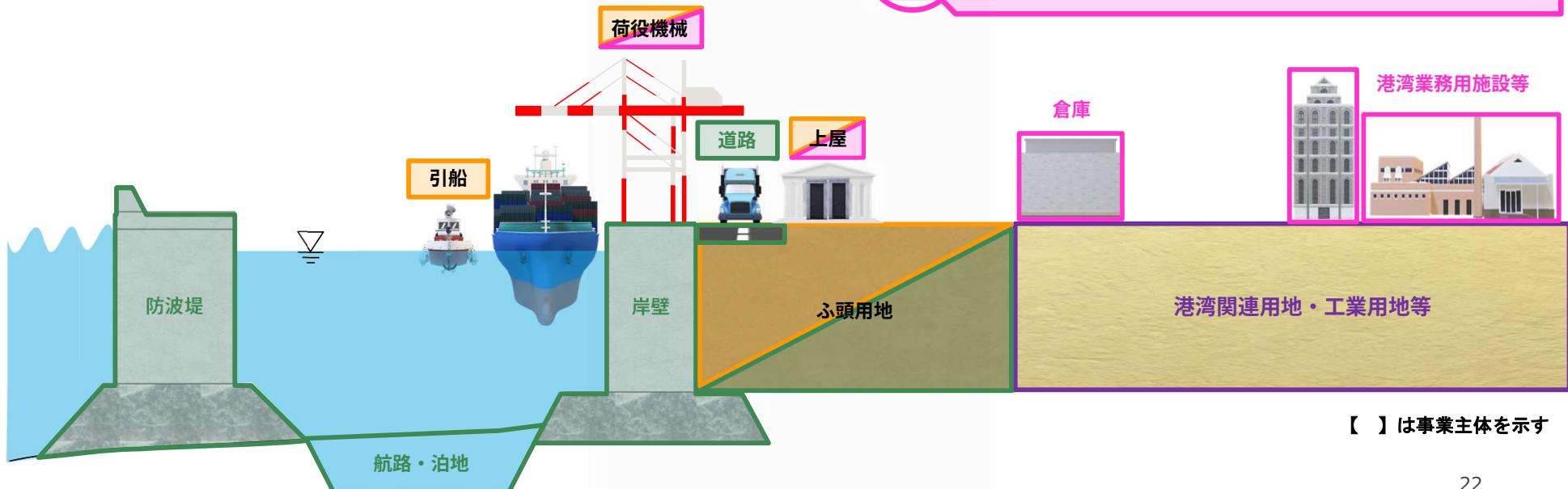
港湾機能施設整備事業
【港湾管理者】

港湾関係起債事業



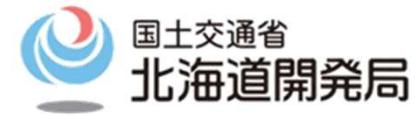
臨海部土地造成事業
【港湾管理者等】

民間(港湾運営会社当による港湾関係事業)
【民間事業者】





港湾整備事業



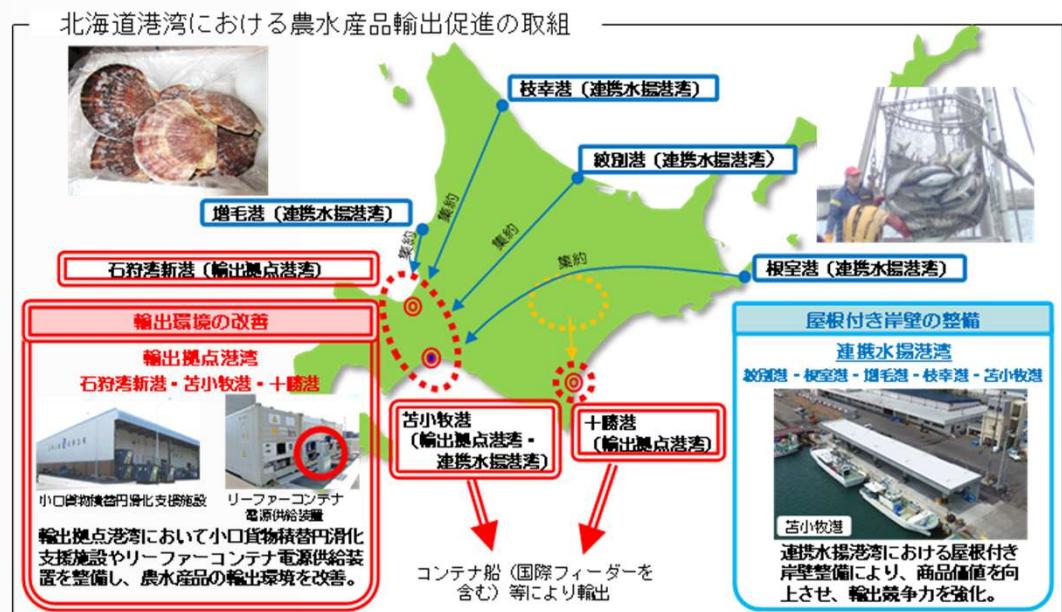
令和7年度 北海道開発局関係事業費 (直轄)

事項	予算額 (百万円)
治水	74,678
海岸	483
道路	190,448
港湾整備	15,140
空港整備	3,786
都市水環境整備	803
国営公園等	1,019
農業農村整備	60,014
水産基盤整備	14,671
官庁宮繕	2,069
合計	363,111

1 農林水産業・食関連産業の振興

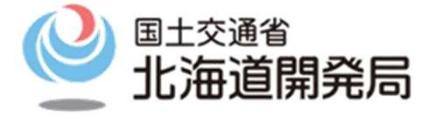
(1) 農水産品輸出促進基盤の整備

グローバル市場の獲得による農水産品の輸出拡大に対応するため、**農水産品の輸出促進**に取り組む港湾において、輸出競争力強化に資する**屋根付き岸壁等の整備を推進**





港湾整備事業



(2) 国際物流機能の強化

道内の基幹産業に必要となる原材料の輸入を支える**国際物流の機能強化及び安定性確保**を図るため、係留施設や外郭施設等の整備を推進

【水深不足による喫水調整】

現状



水深が不足しているため、大型船は貨物を満載にすることができない

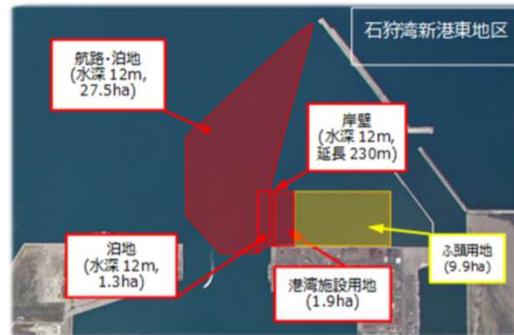
【貨物需要の増大】

バイオマス発電燃料の輸入
バイオマス発電所（2023年3月稼働）



写真：奥村組HP、日本木質ペレット協会

【整備イメージ】

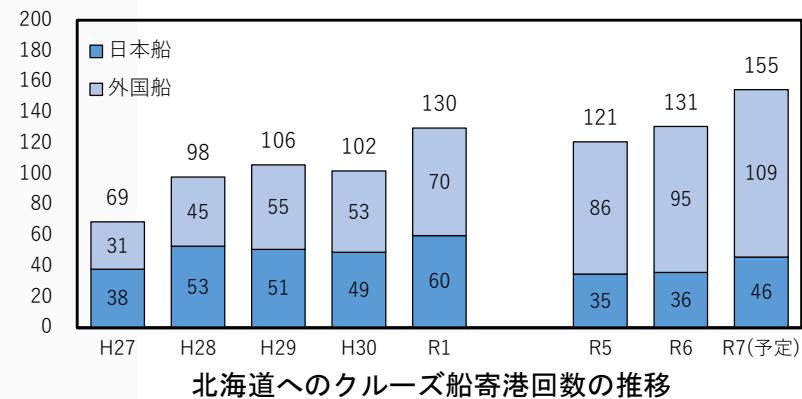


岸壁の整備、泊地の浚渫等の港湾施設整備を行うことにより、鉄スクラップ輸出及びバイオマス発電燃料輸送船の大型化に対応する

2 世界水準の観光地の形成

(1) クルーズ船の受入環境の整備

クルーズ船の大型化に対応するため、既存岸壁を活用した受入環境の整備を推進



出典：北海道開発局調



既設岸壁を活用した受入環境整備（小樽港）



港湾整備事業

3 北海道型地域構造の保持・形成に 向けた定住・交流環境の維持増進

(1) 畦島における交通機能の確保

島民の生活や地域経済を支えるフェリー
航路の安定化を図るため、係留施設や外
郭施設の整備を推進



荒天時の越波等による港内擾乱状況(香深港)

4 強靭で持続可能な国土の形成

(1) 社会経済を支える海上輸送ネットワー クの強靭化

海上輸送ネットワークの強靭化を図るた
め、港湾における高潮・高波対策や老朽
化対策等を推進します



消波ブロック嵩上げによる越波抑制効果例



矢板が腐食した係留施設の老朽化対策例



港湾工事の流れ



航路・泊地の施工フロー（グラブ浚渫）

事前測量・調査

グラブ浚渫船規格選定

船団回航・えい航

汚濁防止枠設置

グラブ浚渫

土運船積込・運搬

出来形検査

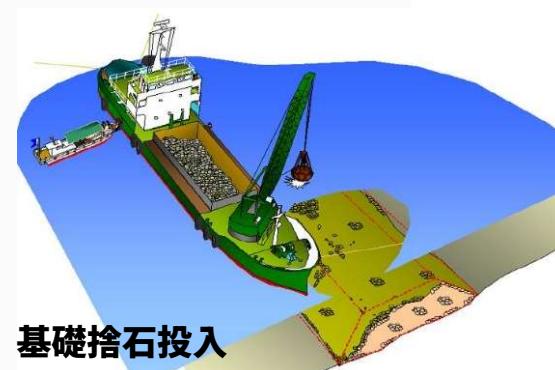
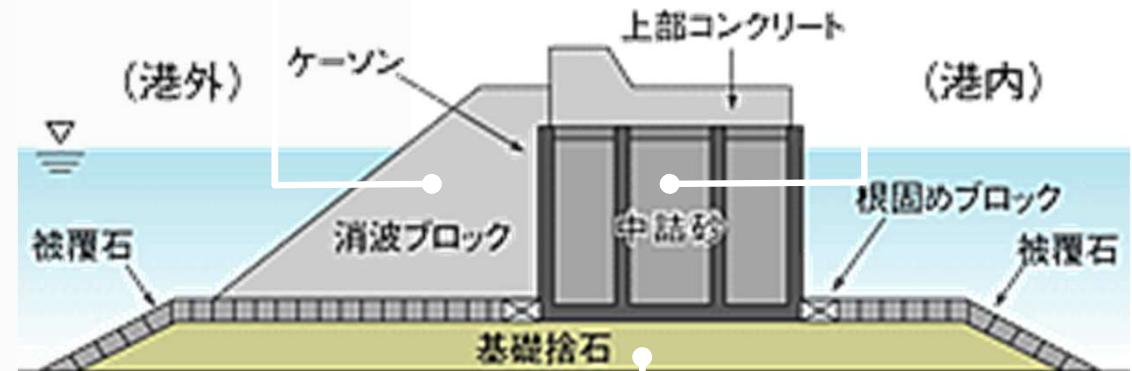
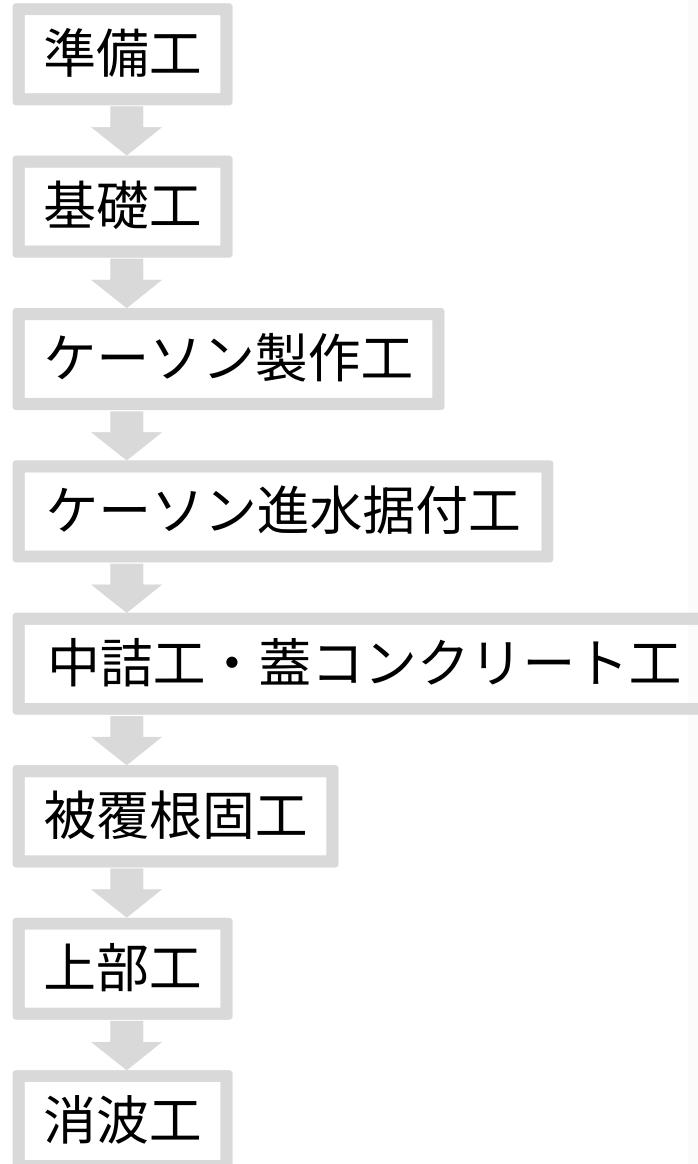




港湾工事の流れ



防波堤の施工（消波ブロック被覆堤）





港湾工事の流れ



岸壁の施工（鋼矢板・鋼管矢板式）

準備工

鋼矢板・鋼管矢板工

控工

上部工

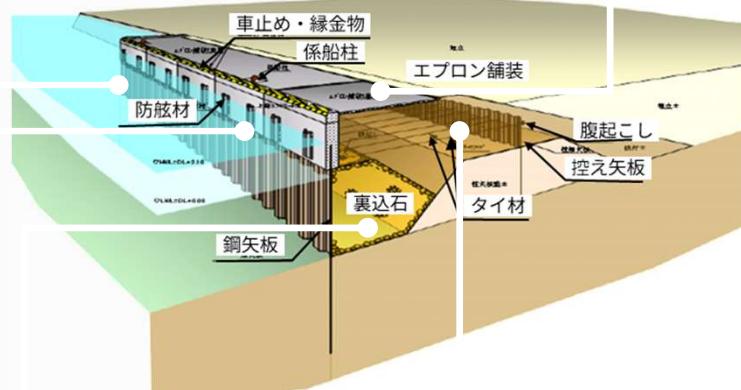
付属工

裏込・裏埋工

舗装工



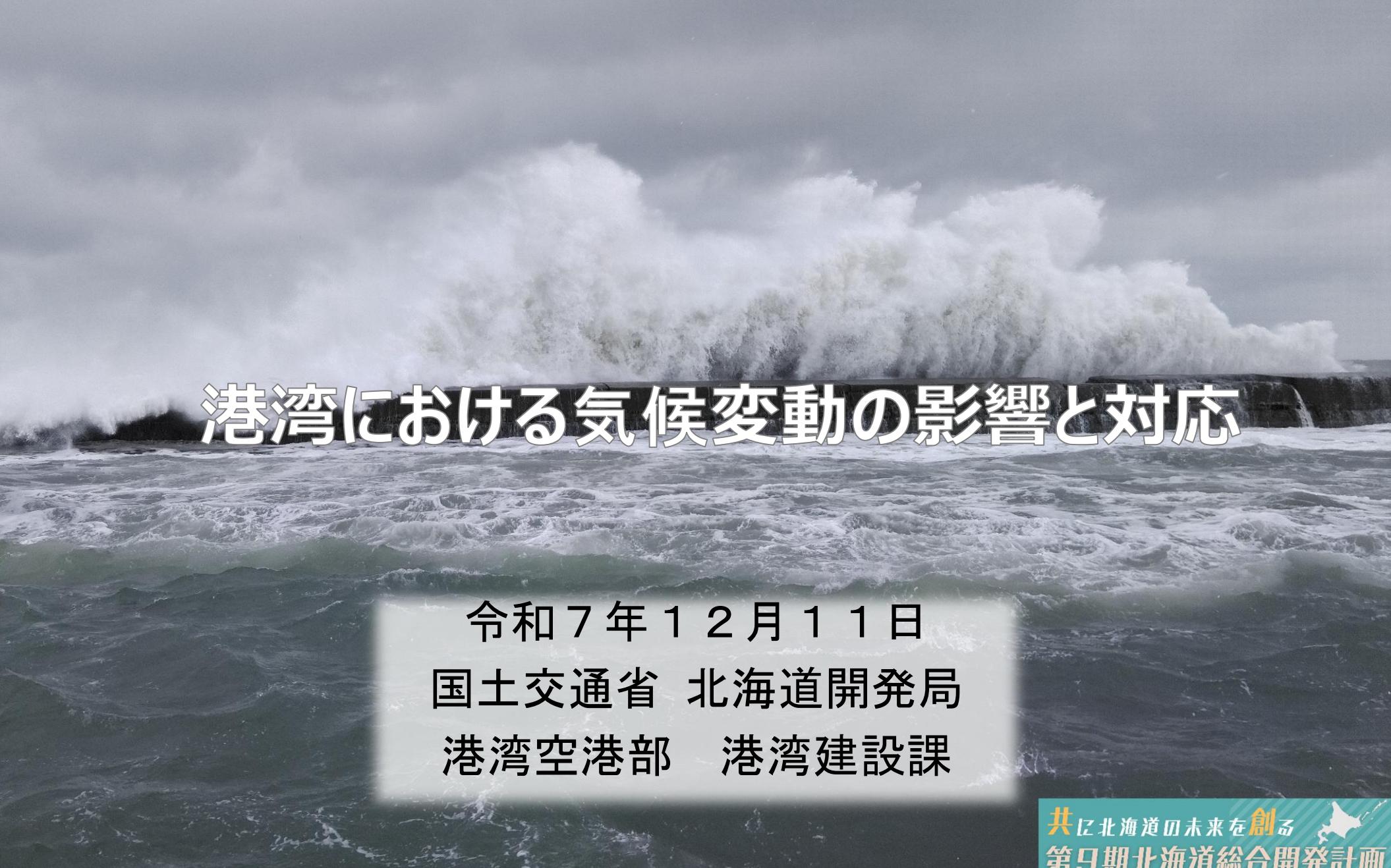
矢板式岸壁の概念図





ありがとうございました

何か質問はありますか？



港湾における気候変動の影響と対応

令和7年12月11日
国土交通省 北海道開発局
港湾空港部 港湾建設課

共に北海道の未来を創る
第9期北海道総合開発計画



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

北海道開発局ホームページへはちらから。



本日の内容

①気候変動の概要

②気候変動による港湾施設への影響

③港湾における気候変動へ対応

- ・港湾の施設の技術上の基準の部分改訂
- ・港湾施設の設計の考え方
- ・事前適応策、順応的適応策
- ・試設計の結果

気候変動の概要

【日本の気候変動2025:文部科学省・気象庁(2025年)】

- ・地球温暖化: 人為起源の温室効果ガスの排出等によって地球の平均気温が上昇すること(「地球温暖化対策の推進に関する法律」に準拠)
- ・気候変動: 自然変動や地球温暖化が原因となって、気温や降水量などの気候の諸要素にもたらされる様々な変化

【気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 第6次評価報告書統合報告書(2023年)】

- ・平均海面水位等の更新
- ・人間活動が主に温室効果ガスの排出を通して地球温暖化を引きおこしてきたことは疑う余地がない。
- ・人為的な気候変動は既に世界中の全ての地域において多くの気象と気候の極端現象に影響を及ぼしている
- ・世界的な気温上昇の影響で、大雨・高温など極端な現象の発生頻度と強度が増加していること、今後、より一層強化した対策がとられなければ影響はさらに大きくなる。

平均海面水位の変動傾向

【IPCC第6次報告書】

- 世界平均海面水位は1901年から2018年の期間で0.20m上昇

1901年～1971年→ 1.3mm/年

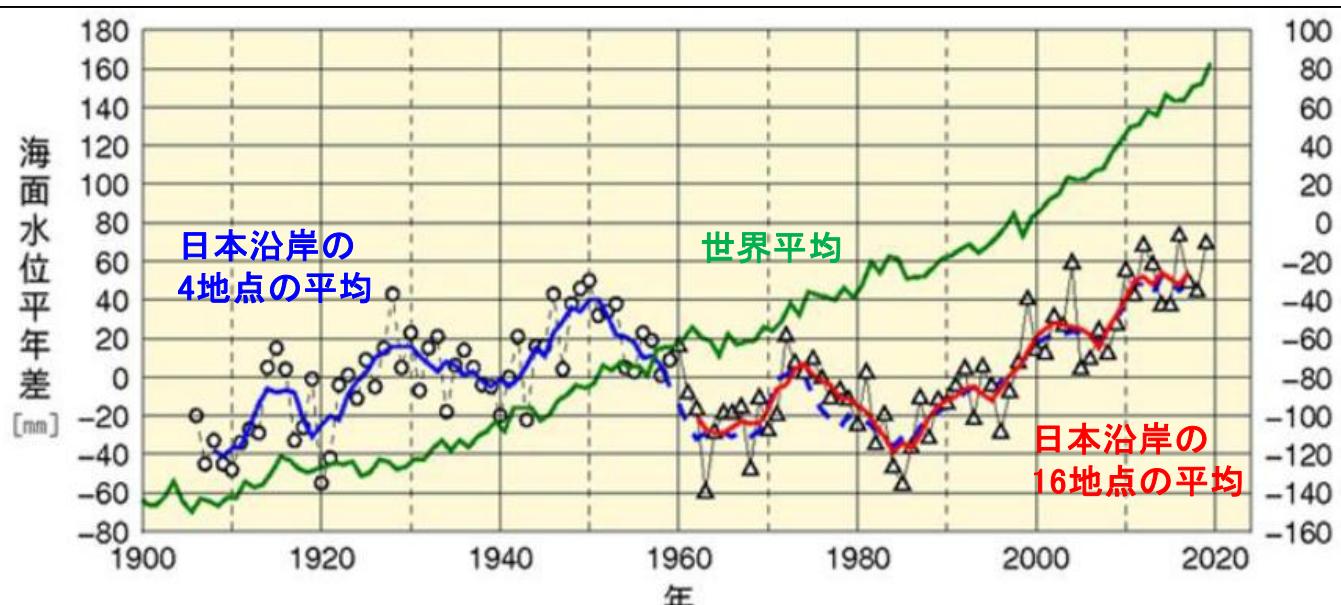
1971年～2006年→ 1.9mm/年

2006年～2018年→ 3.7mm/年



【気象庁調べ】

- 日本沿岸では、長周期の変動(自然変動と考えられる)が明瞭であるが、1980年以降は上昇傾向
- 2006年から2015年の上昇率は世界平均海面水位の上昇率と同程度



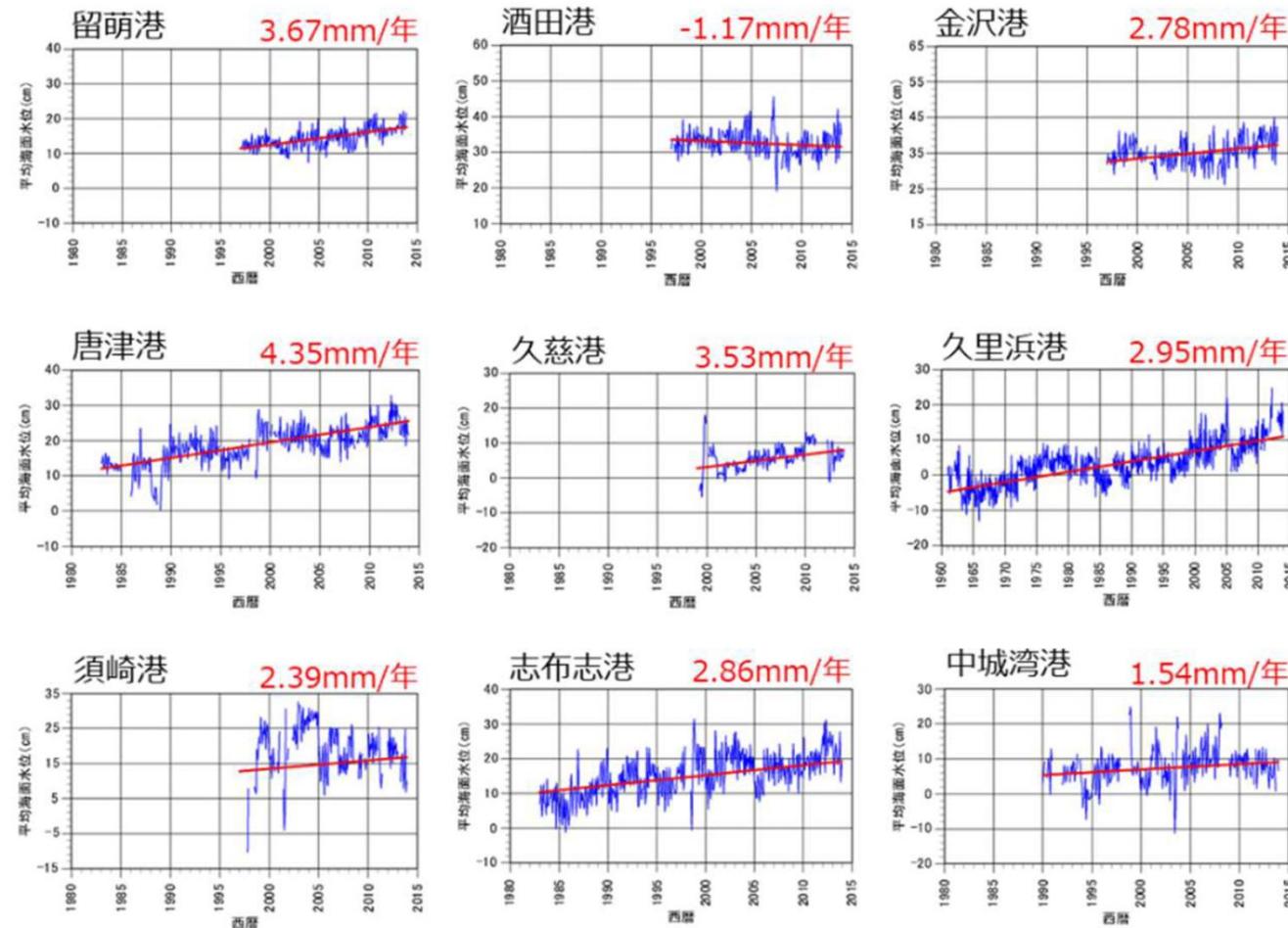
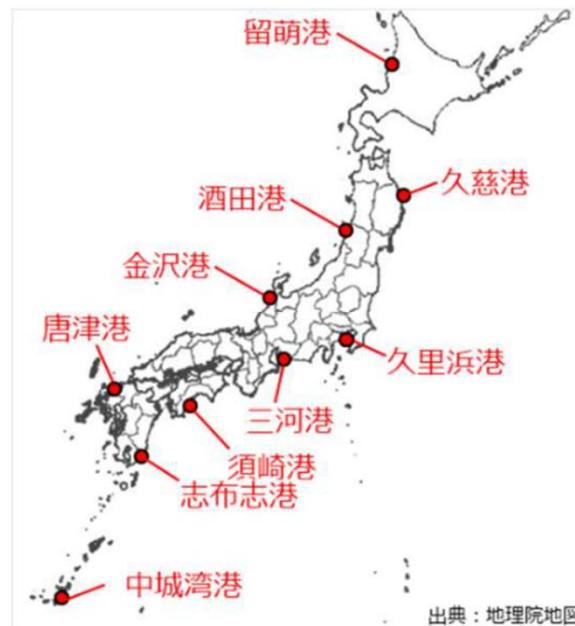
日本沿岸の海面水位の推移(1906～2019年)

出典：日本の気候変動2020、p29

平均海面水位の変動傾向

【長期観測記録による海面水位変動】

- ・平均海面水位の変動は、検潮所の場所や観測期間により異なる
- ・長期検潮記録の整理では、検潮所の地盤変動量を適切に考慮
(検潮所の地盤沈下は平均海面水位の上昇と見かけ上は同じ)

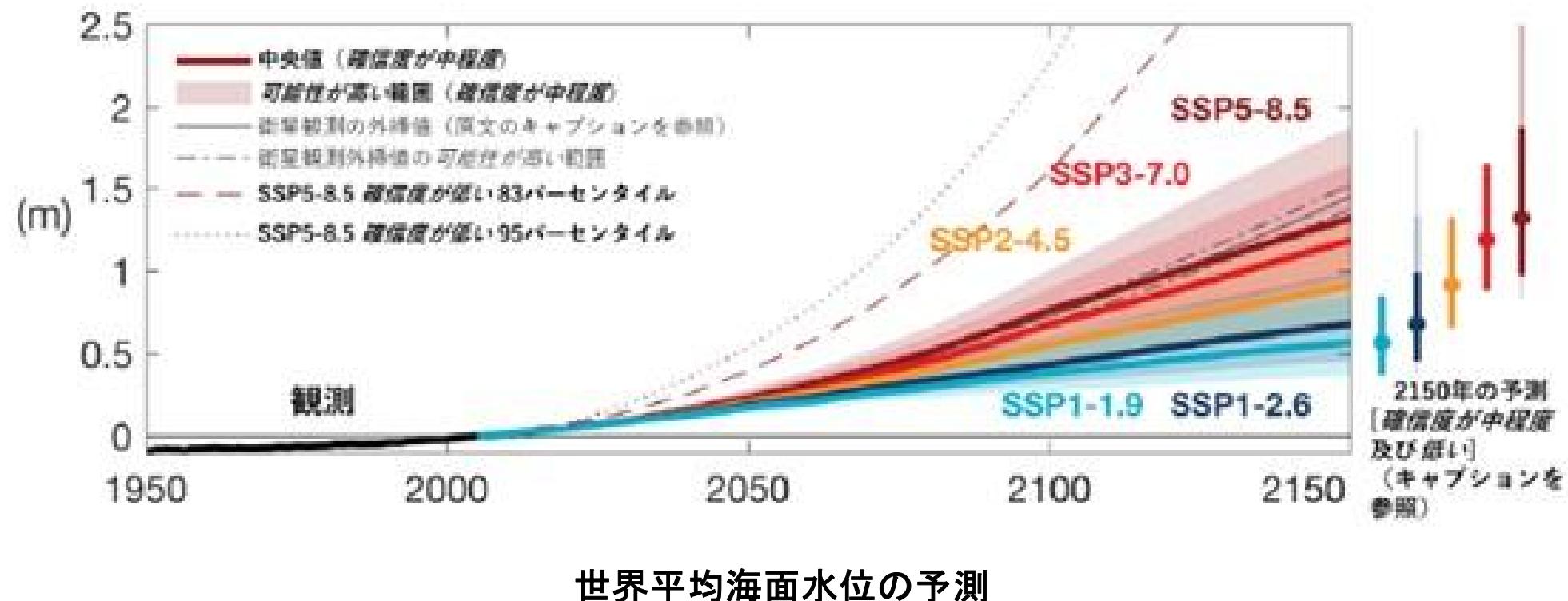


港湾の長期検潮記録による海面水位変動

平均海面水位の将来推計

【日本の気候変動2025】

- ・21世紀末の世界平均海面水位は20世紀末に比べ
 2°C上昇シナリオ(SSP1-2.6) 0.44m上昇
 4°C上昇シナリオ(SSP5-8.5) 0.77m上昇
- ・世界平均海面水位の上昇は、2°C上昇シナリオ(RCP2.6)でも2100年までは継続
- ・2050年頃までは、2つのシナリオの海面水位上昇量に大きな差は見られないが、後者は21世紀後半から海面水位が加速度的に上昇

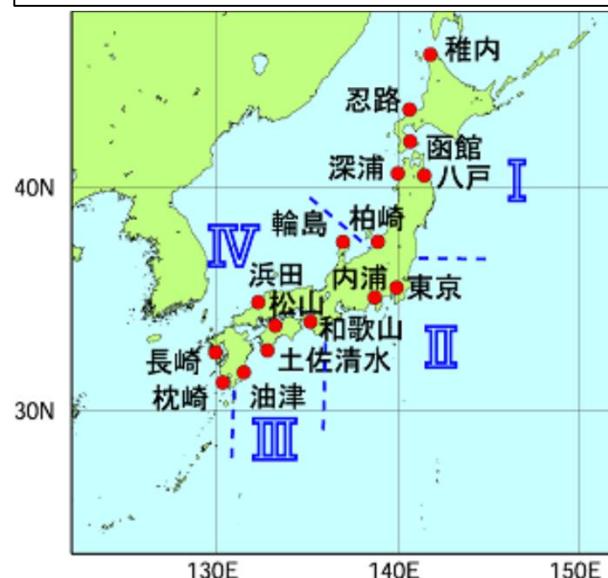


平均海面水位の将来推計

【日本の気候変動2025】

- ・日本沿岸を4つの領域に区分した領域の海面上昇量
- ・日本沿岸の平均海面水位上昇量の予測値に顕著な地域差はない
- ・21世紀末の日本周辺の平均海面水位は20世紀末に比べ

2°C上昇シナリオ(SSP1-2.6)	0.40m上昇
4°C上昇シナリオ(SSP5-8.5)	0.68m上昇
- ・長期的な平均海面水位の上昇は、**高潮や高波による影響を底上げ**し、浸水災害リスクが増加

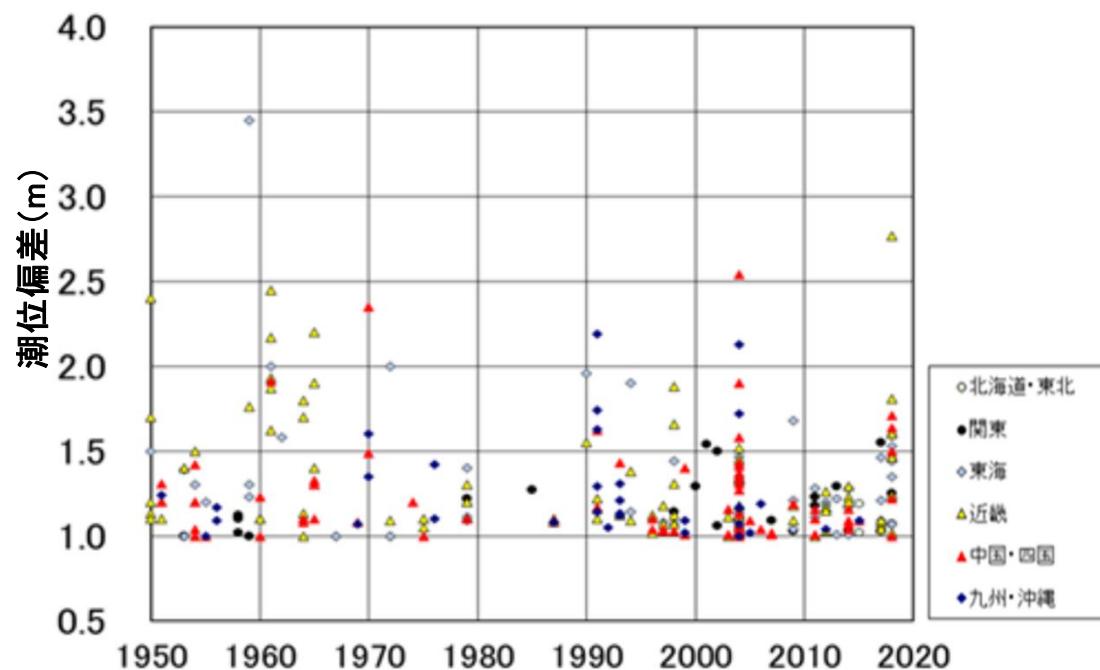


海面水位上昇量予測
における海域区分

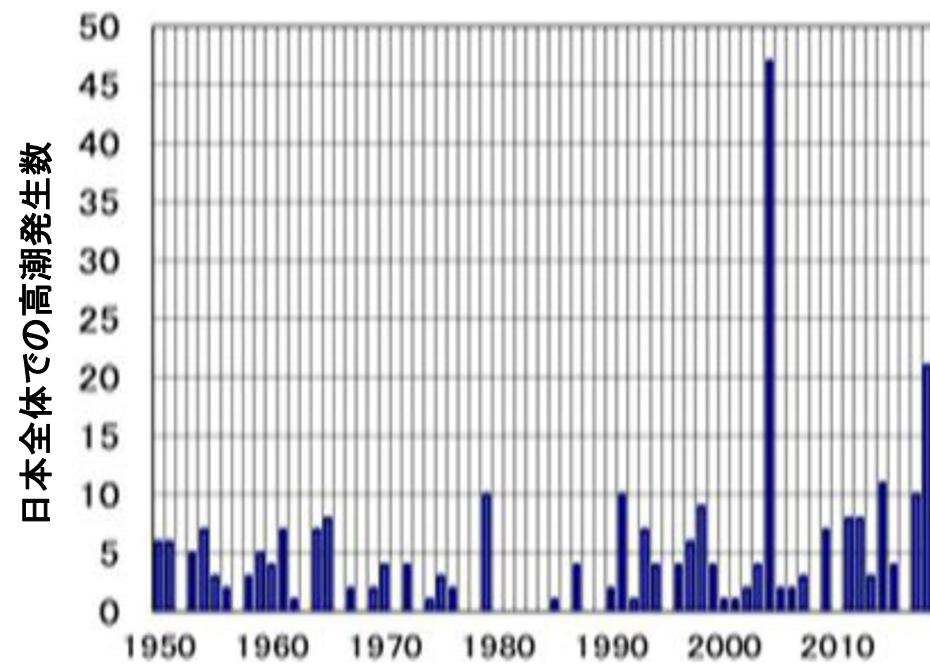
	シナリオ	海域 I	海域 II	海域 III	海域 IV	4 海域平均	(世界平均)
2031~ 2050 年 平均	2°C 上昇	0.16 (0.14~0.21)	0.17 (0.14~0.22)	0.16 (0.12~0.22)	0.16 (0.13~0.21)	0.17 (0.14~0.21)	0.16 (0.14~0.21)
	4°C 上昇	0.19 (0.16~0.24)	0.19 (0.16~0.24)	0.18 (0.14~0.23)	0.19 (0.16~0.24)	0.19 (0.16~0.24)	0.19 (0.16~0.23)
2081~ 2100 年 平均	2°C 上昇	0.40 (0.30~0.55)	0.40 (0.30~0.56)	0.39 (0.29~0.55)	0.40 (0.31~0.56)	0.40 (0.30~0.55)	0.41 (0.32~0.57)
	4°C 上昇	0.67 (0.55~0.87)	0.68 (0.56~0.88)	0.67 (0.55~0.87)	0.69 (0.57~0.89)	0.68 (0.56~0.88)	0.67 (0.55~0.87)

潮位偏差の変動傾向

- ・国内の潮位偏差の最大値 名古屋検潮所 3.5m (1959年 伊勢湾台風)
- ・大きな高潮は1960年代まで比較的多く発生し、その後は少なかった。
- ・1990年代から再び頻発
- ・高潮の発生数や大きさには年ごとの変動大
- ・1950年から現在までの期間において有意な長期変化傾向は見られない



過去に観測された潮位偏差



日本全体での高潮発生数

日本国内における高潮の最大値と発生数

出典: 日本の気候変動2020,p35

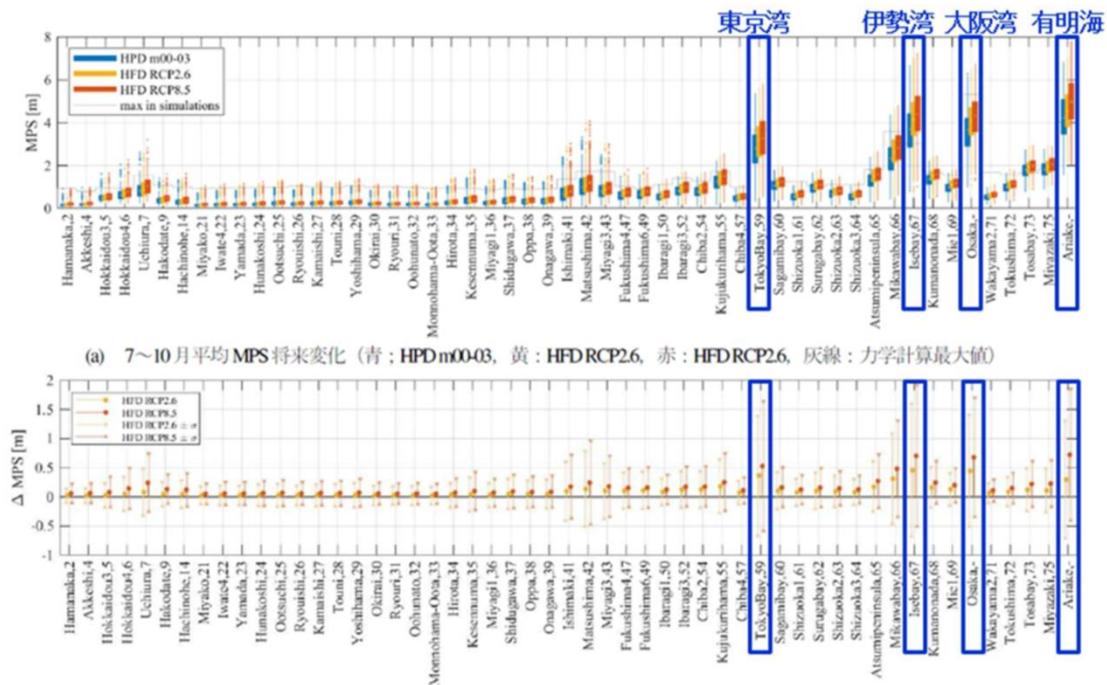
潮位偏差の将来推計

- 中緯度に位置する日本周辺では、台風経路に将来変化の影響が顕著
- 東京湾、伊勢湾、大阪湾、有明海の最大潮位偏差は増大すると予測
- 気候的に発生しうる最大の台風の中心気圧

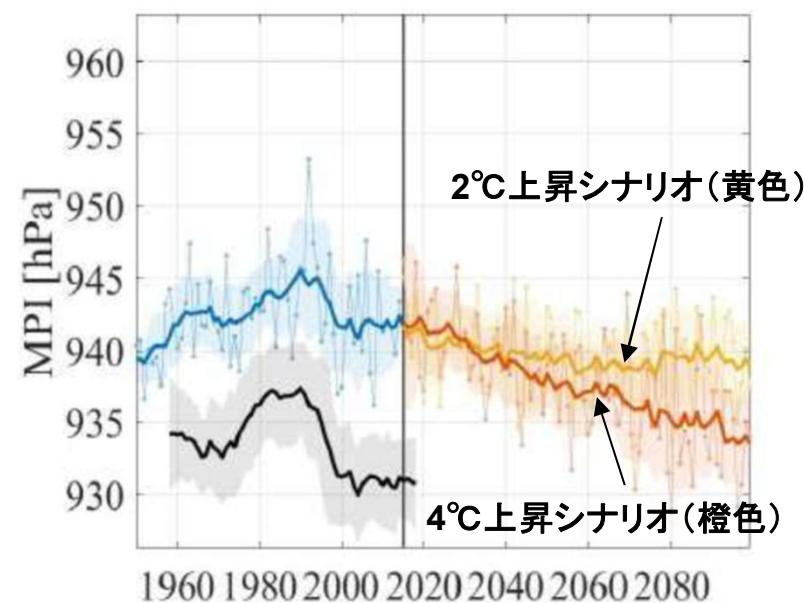
2°C上昇シナリオ(RCP2.6) 2015~2040年まで単調低下、2099年まで横ばい

4°C上昇シナリオ(RCP8.5) 2015~2099年まで単調に低下

- 将来の潮位偏差は、台風の中心気圧の変化と相関して変化するものと想定



全球及び日本域150年連続実験データに基づく台風月(7~10月)の気候的最大可能高潮 偏差(MPS)の将来変化



全球及び日本域150年連続実験データに基づく台風月(7~10月)の気候的可能最大台風強度(MPI)の将来変化

波浪(高波)の変動傾向

一般に波浪の長期変化傾向の評価の不確実性は高いものの

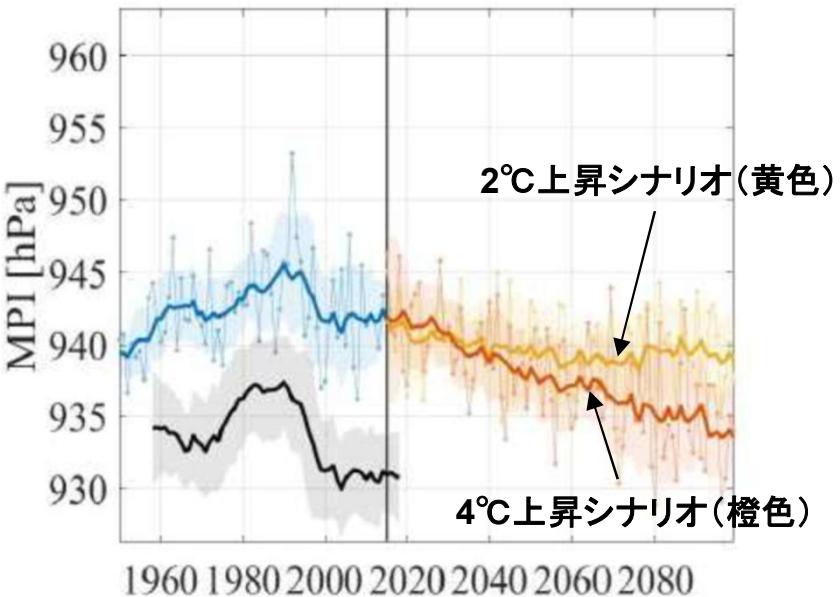
- ・日本沿岸では高波の波高(年最大有義波高)が増加する傾向
- ・特に太平洋側で大きい



年最大有義波高の変動傾向(地域別)

波浪(高波)の将来推計

- ・日本周辺の高波の将来変化は、台風の強度、頻度及び経路の変化特性に複合的に依存
- ・10年に1回の確率で発生する極大波高は多くの海域で高くなり、台風の経路の変化を受けて場所により±30%程度の変化があると予測
- ・波浪も台風の強度増加(中心気圧の低下)に応じて波高が増大、台風の強度の変化と相関して変化するものと想定



全球及び日本域150年連続実験データに基づく台風月(7-10月)の気候的可能最大台風強度(MPI)の将来変化

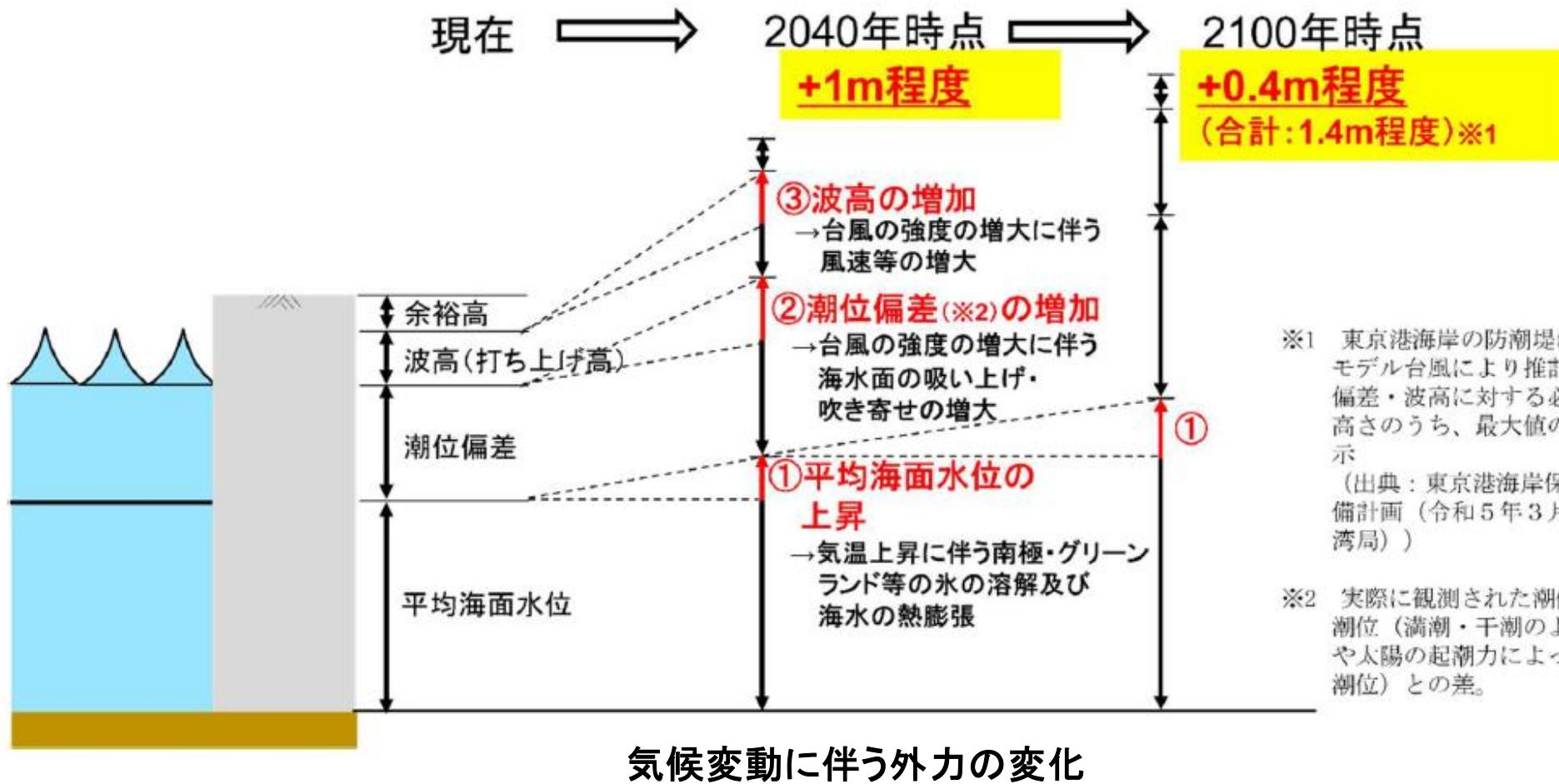
気候変動に伴う外力変化のイメージ

・気候変動に伴い、港湾の施設に影響のある①平均海面水位、②潮位偏差、③波高 の増加が見込まれる。

・気温2°C上昇シナリオの場合

概ね2040年までの間は ①平均海面水位、②潮位偏差、③波高 が増加

その後2100年までの間は ①平均海面水位のみ増加



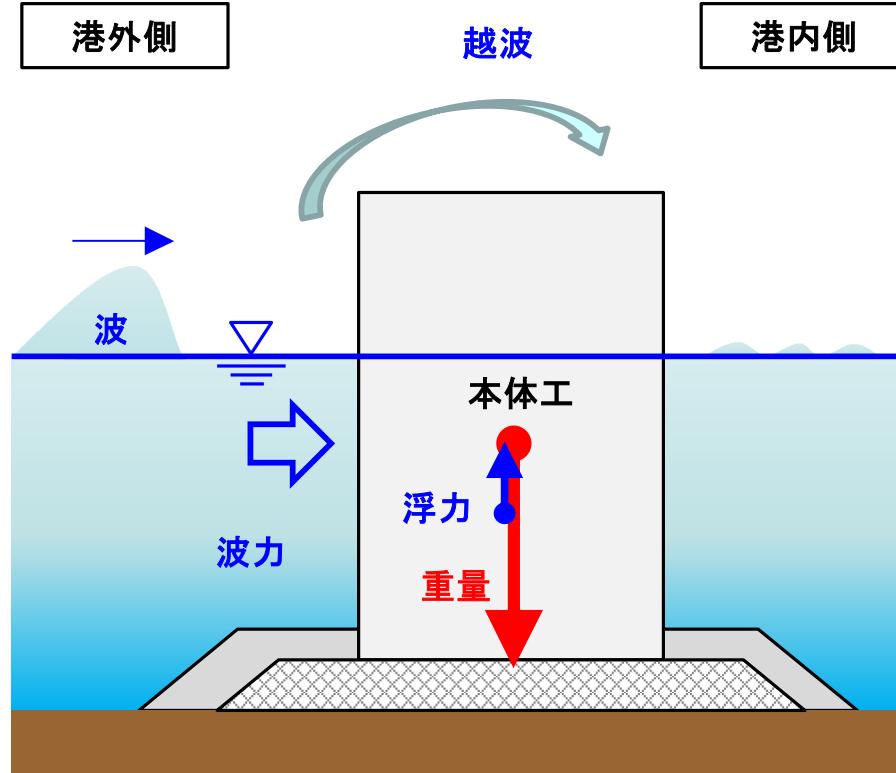
気候変動に伴う外力変化の影響(防波堤)

外力の増大(海面水位、潮位偏差、波浪)

- ・本体工へ作用する浮力、波力の増大

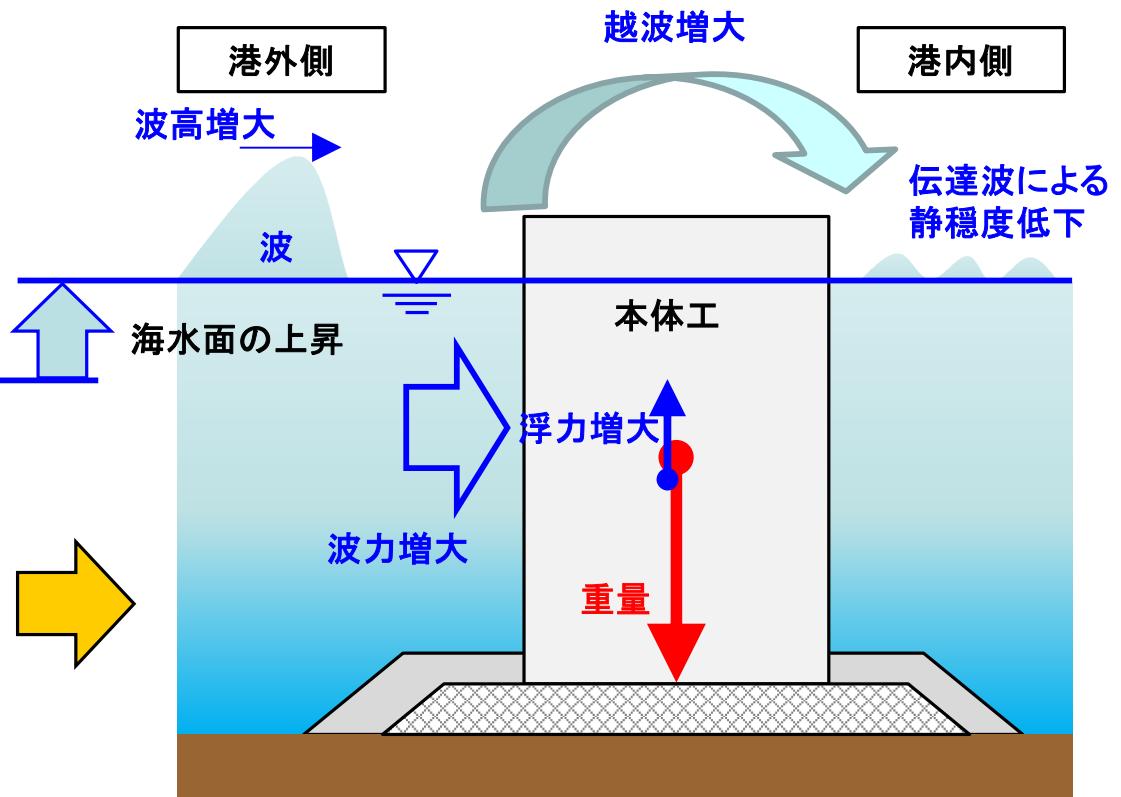
- ・海面に対する天端高の低下による越波の増大、伝達波による港内静穏度低下

現在



将来

安定性・機能 低下



$$\text{滑動:抵抗} = (\text{重量} - \text{浮力}) \cdot \mu$$

μ :摩擦係数

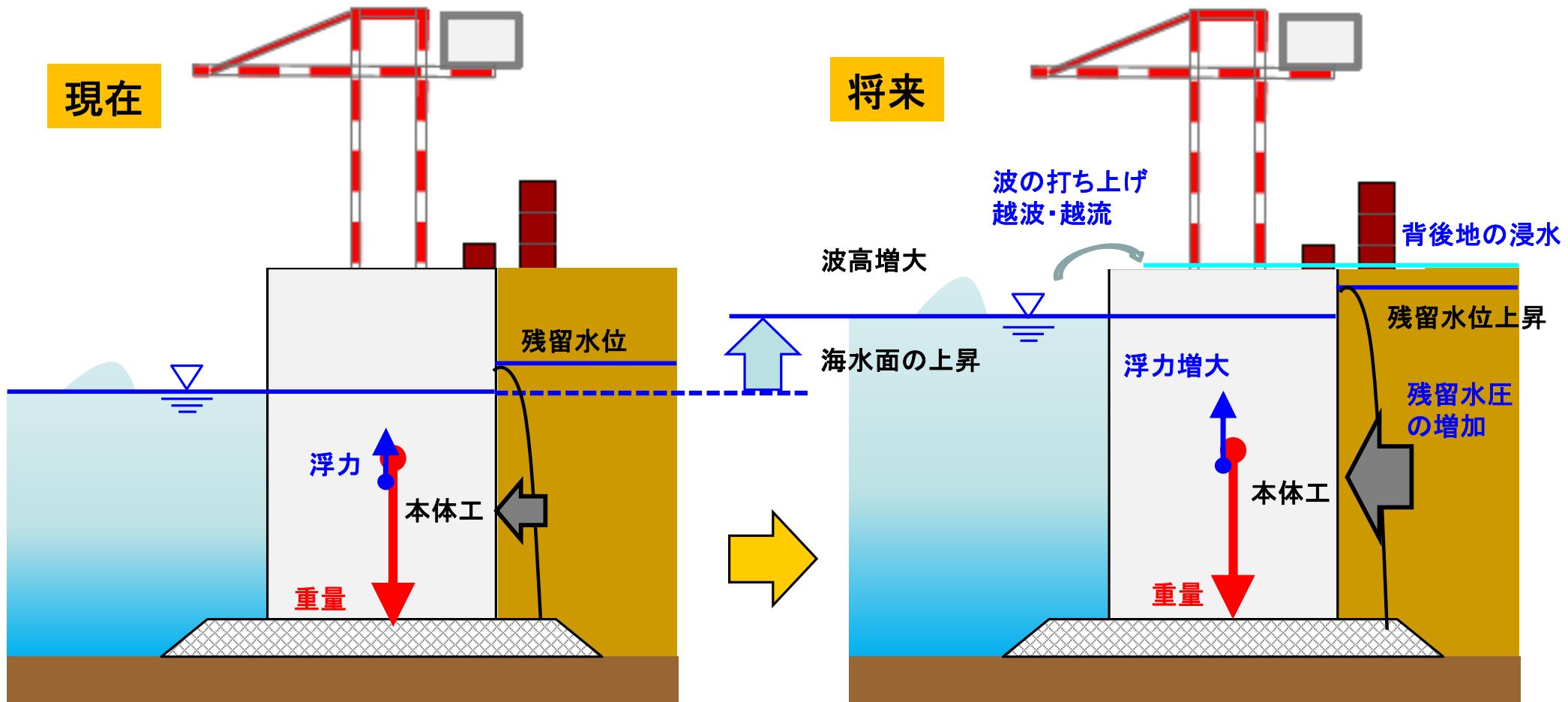
$$> \text{抵抗} = (\text{重量} - \text{浮力増}) \cdot \mu$$

外力の増大(海面水位、潮位偏差、波浪)

- ・本体工へ作用する浮力、残留水圧の増大

- ・海面に対する天端高の低下による越波・越流の増大、荷役機械等の被害、背後地の浸水

安定性・機能 低下



滑動:抵抗=(重量-浮力)・ μ

>

抵抗=(重量-浮力増)・ μ

摩擦係数

港湾の施設の技術上の基準の部分改定

「港湾の施設の技術上の基準」(技術告示)の部分改訂(令和6年4月)

■港湾における気候変動適応策の実装

【背景】

R2.8交通政策審議会答申(将来の外力強大化を考慮した設計が必要)を受けた有識者委員会での実装方針※の提示

※港湾における気候変動適応策の実装方針

https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr7_000092.html

【改訂概要】

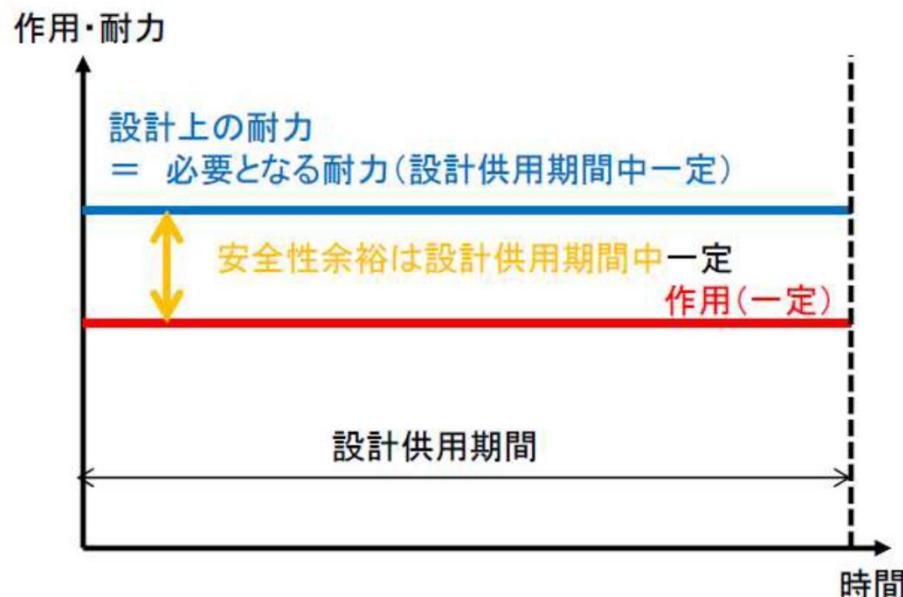
- ・**気候変動により設計供用期間に渡って変化する外力に対する設計の考え方の提示**
- ・**気候変動により変化する外力として「平均海面水位」、「潮位偏差」、「波浪」における将来外力を推計する手法の提示**
- ・**「協働防護」による港湾の気候変動適応の推進について提示**
- ・**気候変動適応策として具体的な対策工法の考え方等**

港湾施設の設計の考え方

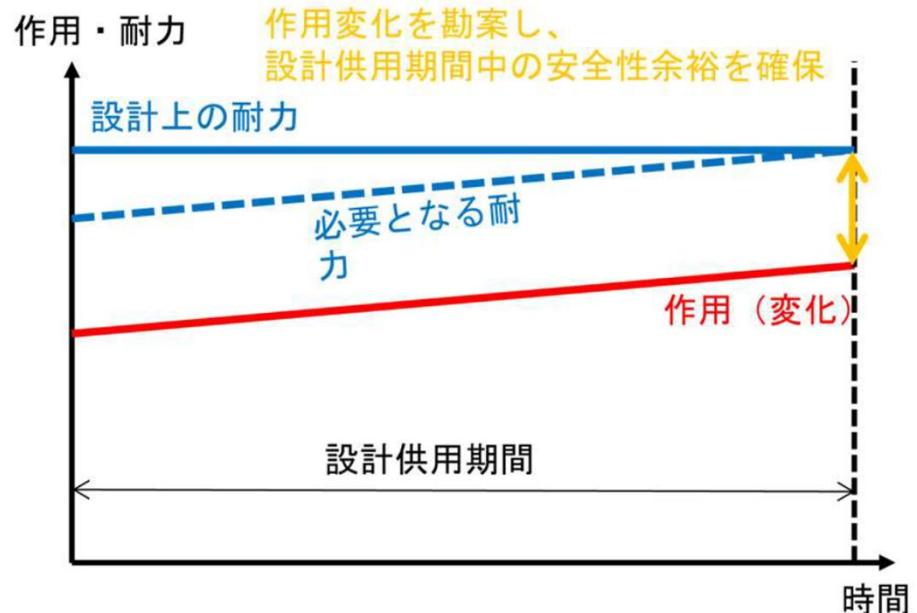
<要求性能の考え方>

- ・気候変動に伴う外力の変化を考慮して、将来の外力に対して施設に要求される性能が発揮されるように設計を行う。
- ・将来の外力推計の際の気温上昇シナリオは、政府目標を踏まえ 2°C 上昇シナリオ(RCP2.6)

従来の考え方



設計供用期間中の作用変化を考慮



設計供用期間中の作用変化を考慮した設計上の耐力の設定

要求性能を確保する2種類の考え方

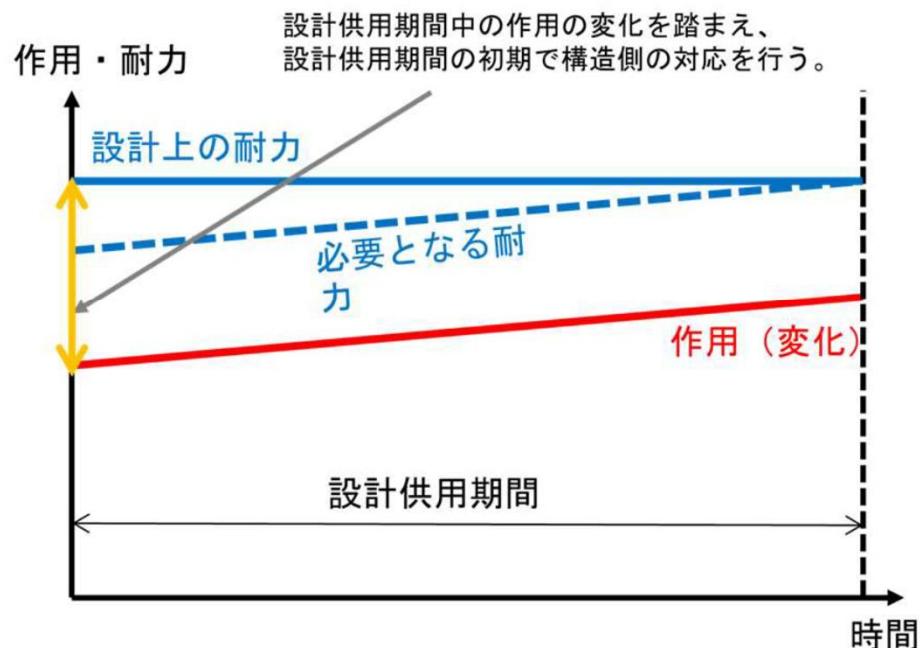
【事前適応策】

設計供用期間内に想定される作用の時間的変化に対し、**設計供用期間の初期段階で対応**

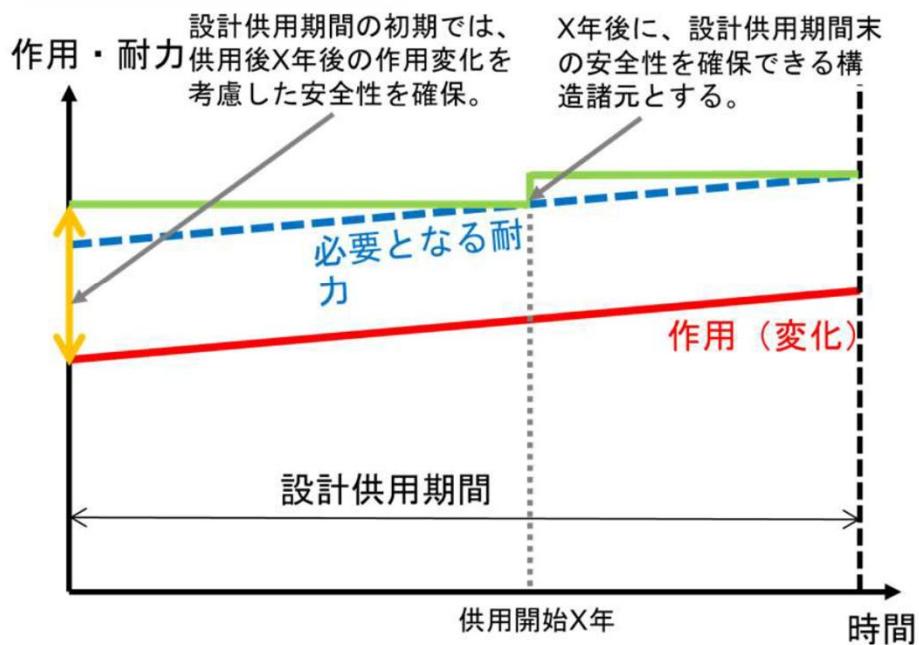
【順応的適応策】

設計供用期間内に想定される作用の時間的変化に対し、**設計供用期間中に段階的に対応**

事前適応策

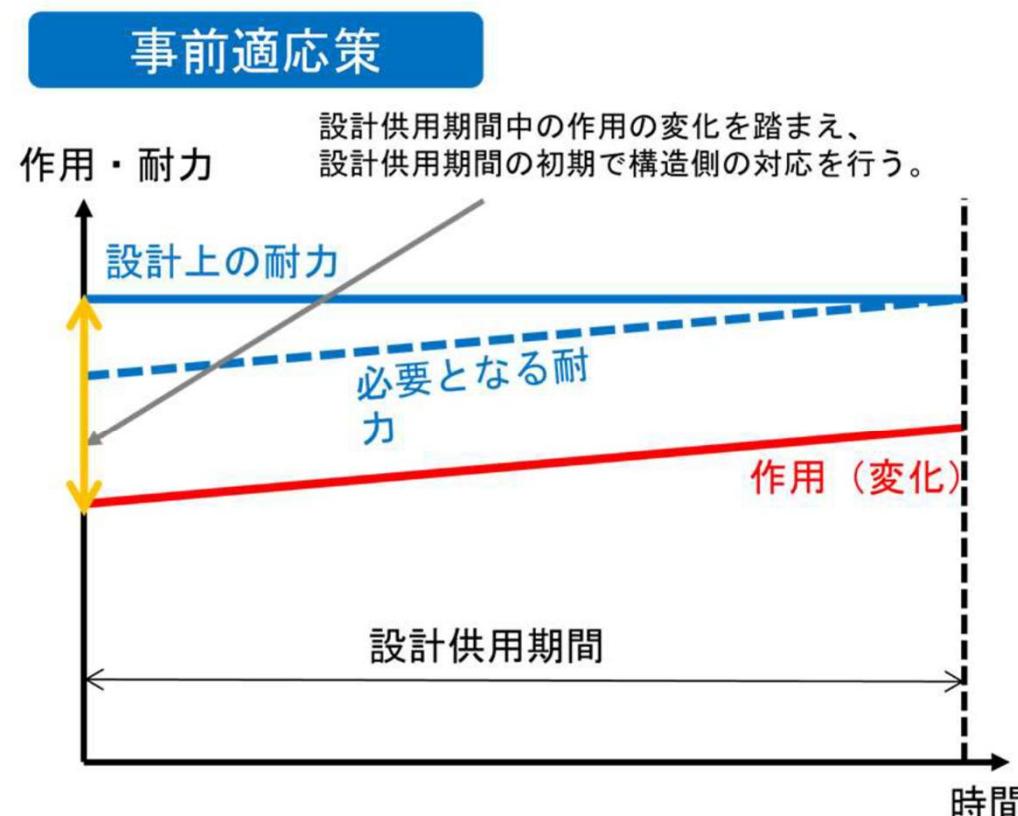


順応的適応策



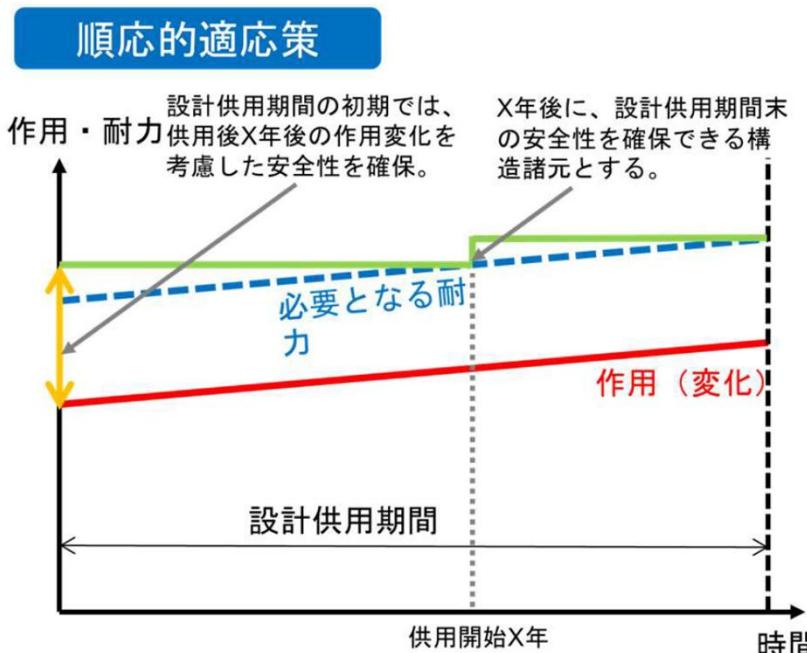
事前適応策

- ・事前適応策とは、設計供用期間中における気候変動による作用の時間変化を勘案した上で、**設計供用期間の全ての時点において要求性能を確保可能な断面諸元として、当該期間の初期段階において対応する方策である。**
- ・事前適応策を選択する場合、現時点で将来の**外力変化**(平均海面水位上昇量、潮位偏差・波浪の増大量等)の**不確実性を有する**という制約条件下で設定せざるを得ないことから、設計段階において**仮定したものと比べて乖離するリスク**もある。



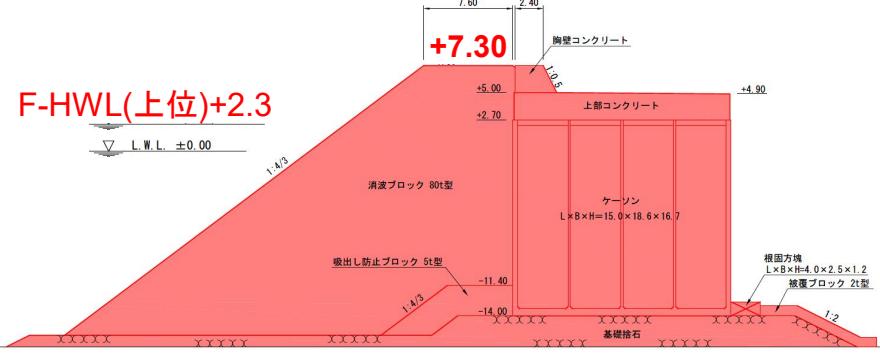
順応的適応策

- ・設計供用期間の全ての時点において要求性能を確保可能な断面諸元を設計時点で検討するものの、実際の整備は部材や構造的な特性に応じて、当該期間中の適切な時期に段階的に対応する方策
- ・供用後 X年後に追加工事を行うことが、当初時点において設計対象とする作用水準を選定する前提条件となることに注意が必要
- ・施設の設計供用期間中における実際の外力が設計段階で仮定したものと比べて小さい場合、施設側で柔軟に対応できるという利点
- ・段階的対策に必要となる費用が事前適応策と比較して不経済となる場合もあるほか、施設の利用状況に照らし、供用中の施設に対する追加工事が困難な場合もある。



「順応的適応策(中位シナリオ)」の要否は、施工性や経済性から判断する。

① 事前適応策（上位シナリオ）

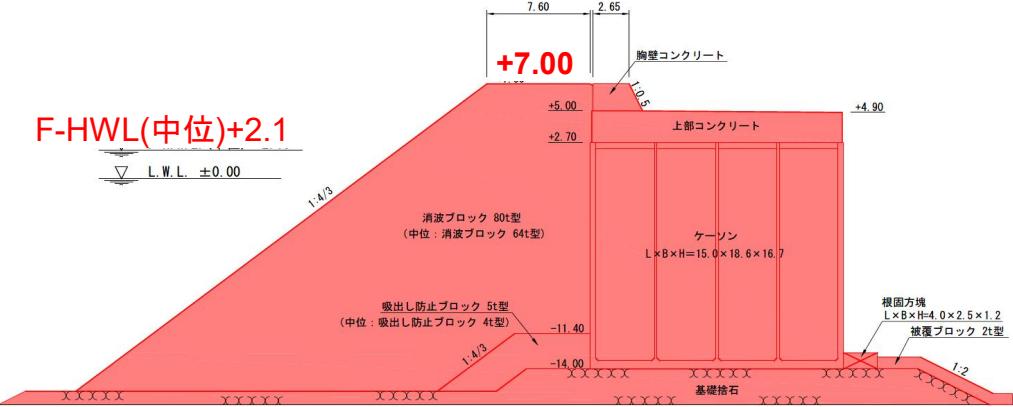


項目	従来	上位シナリオ	中位シナリオ
HWL	+1.7m	+2.3m	+2.1m
LWL	±0.0m	+0.6m	+0.4m
最高波H _{max}	12.9m	13.3m	13.1m
有義波H _{1/3}	8.0m	8.3m	8.1m
周期T ₀	12.7s	12.95s	12.77s
防波堤天端高	+6.5m	+7.3m	+7.0m
堤体幅	17.6m	18.6m	(18.6m)
消波ブロック	64t型	80t型	(80t型)
吸出防止ブロック	4t型	5t型	(5t型)
根固方塊	t=1.2m	t=1.2m	t=1.2m
被覆ブロック	2t型	2t型	2t型

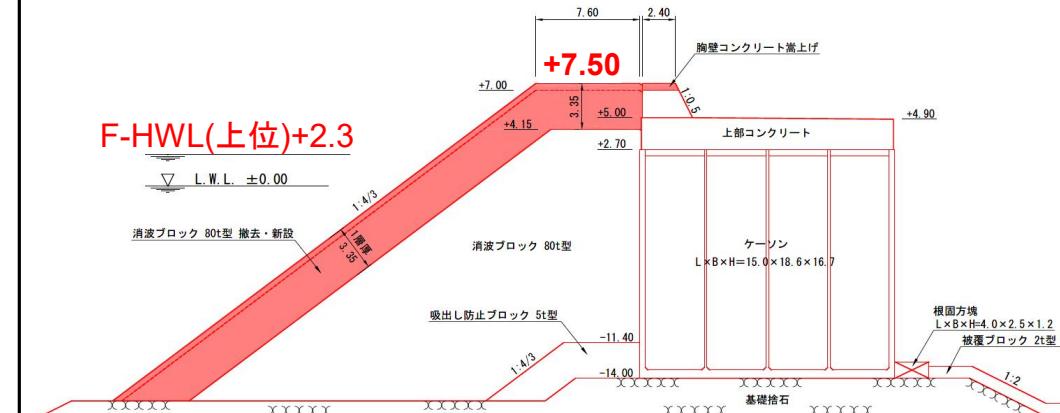
試設計の断面は、HWL時の滑動によって決定

順応的適応策(中位シナリオ)における堤体幅、消波ブロック規格等は、上位シナリオの規模とした。

②-1 順応的適応策（中位シナリオ）



②-2 順応的適応策（上位シナリオ）

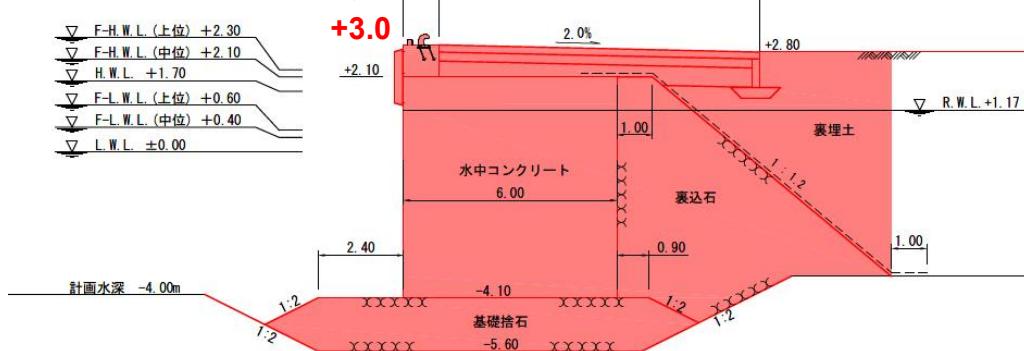


※施工上の最小厚などを考慮し、消波ブロック一部撤去・嵩上げ、胸壁工嵩上げが必要となる。

係留施設は、「事前適応策(上位シナリオ)」の場合、整備直後、天端高が高すぎて利用上の支障となる場合が想定

① 事前適応策（上位シナリオ）

- 天端高が高すぎ、利用上の支障となる場合がある



項目	従来	上位シナリオ	中位シナリオ
HWL	+1.7m	+2.3m	+2.1m
LWL	±0.0m	+0.6m	+0.4m
残留水位RWL	+0.57m	+1.17m	+0.97m
岸壁天端高	+2.4m	+3.0m	+2.6m
照査用震度	0.15	0.16	(0.16)
堤体幅	5.1m	6.0m	(6.0m)
基礎捨石肩幅	2.3m	2.4m	(2.4m)

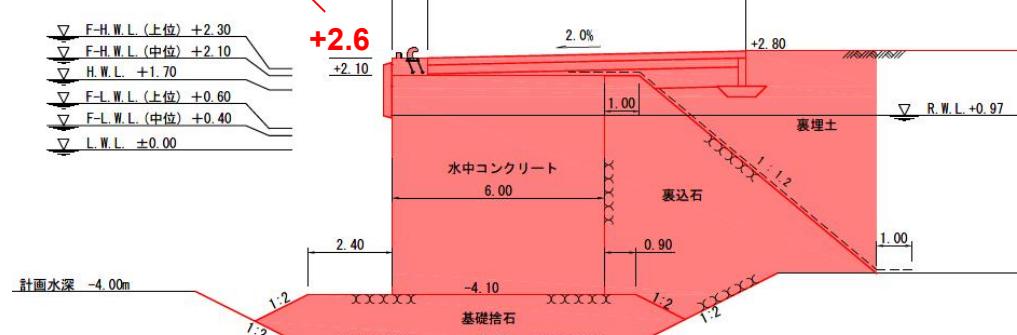
※中位シナリオの岸壁天端高は、HWL(中位)+0.5m(余裕)としている。

(余裕分は、利用者等の要望を確認した上で適切に設定する。)

※中位シナリオの照査用震度は、危険側の上位シナリオの値を使用した。

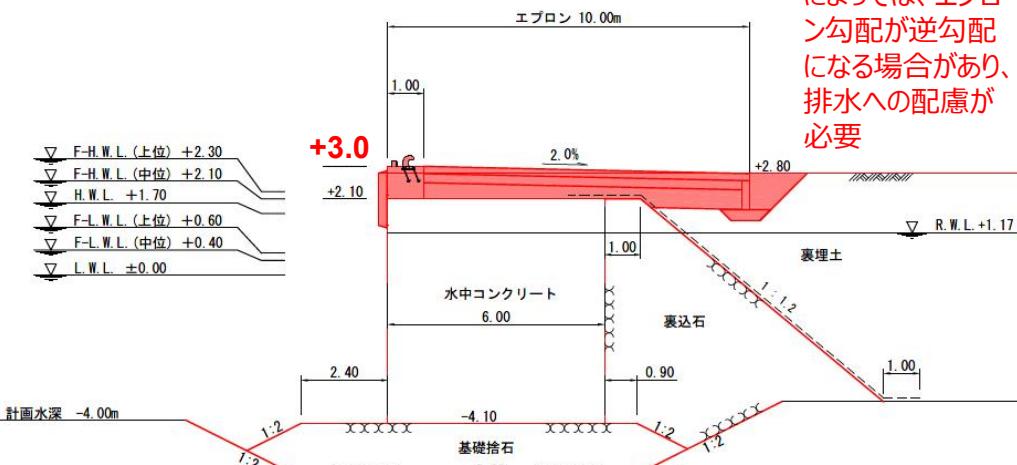
②-1 順応的適応策（中位シナリオ）

- 中位シナリオでも天端高が高すぎる場合がある



②-2 順応的適応策（上位シナリオ）

- 背後用地の高さによっては、エプロン勾配が逆勾配になる場合があり、排水への配慮が必要



試設計の断面は、変動状態(L1地震時)の支持力によって決定

順応的適応策(中位シナリオ)における堤体幅、基礎捨石の肩幅等は、上位シナリオの規模とした。

21世紀末の日本は、20世紀末と比べ…

年平均気温が約1.4°C/約4.5°C上昇



猛暑日や熱帯夜はますます増加し、冬日は減少する。

降雪・積雪は減少

雪ではなく雨が降る。
ただし大雪のリスクが
低下するとは限らない。



激しい雨が増える

日降水量の年最大値は
約12%（約13 mm）/ 約27%（約28 mm）増加。
50 mm/h以上の雨の頻度は 約1.8倍/約3.0倍に増加。



台風は強まる
台風に伴う雨は増加

参考文献

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P.Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp., <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.

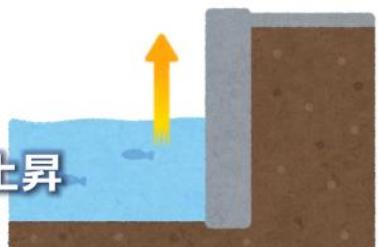
※ 黄色は2°C上昇シナリオ、
赤色は4°C上昇シナリオによる予測

日本近海の平均海面水温が
約1.13°C/約3.45°C上昇



世界平均よりも上昇幅は大きい。

沿岸の海面水位が
約0.40m/約0.68m上昇



3月のオホーツク海海氷面積は
約32%/約78%減少



【参考】4°C上昇シナリオでは、
21世紀末までには夏季に北極海の海水が
ほとんど融解すると予測されている (IPCC, 2021)。

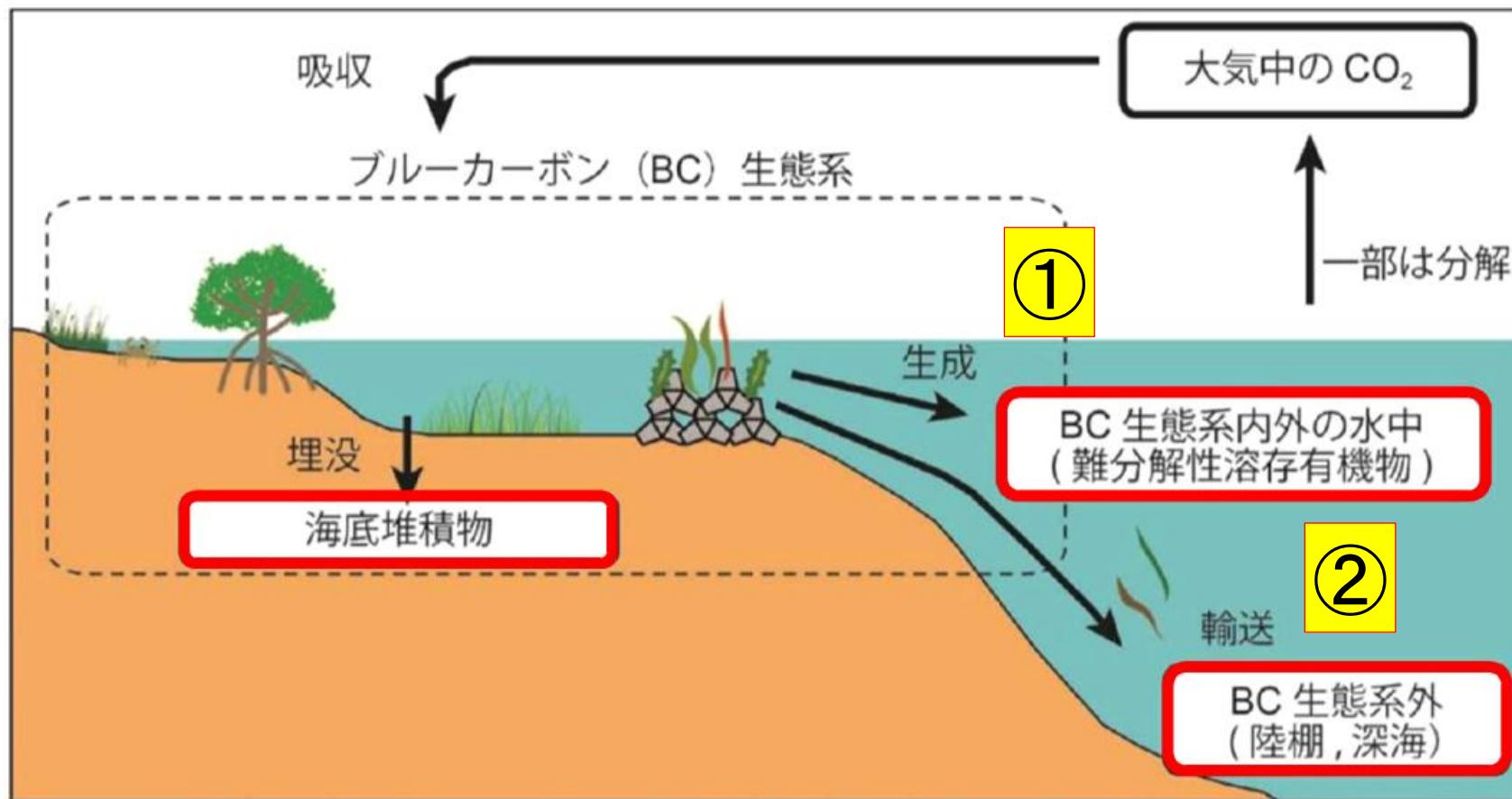
日本周辺海域においても
世界平均と同程度の速度で
海洋酸性化が進行



- 気候変動に伴い海面水位、潮位偏差、波浪は増加傾向
気候変動は確実に進行。より強化した対策が必須。
- 気候変動は港湾の利用、安全性に影響を及ぼす。
- 気候変動への対応として技術基準の部分改訂を実施
 - ①設計供用期間中の作用変化を考慮した耐力の設定
 - ②事前適応策、順応的適応策

1. ブルーカーボンとは？

- 光合成等により海洋生態系に取り込まれた炭素が「ブルーカーボン」と呼ばれており、吸収源対策の新しい選択肢とされている。
- CO₂吸収・貯留メカニズムは、海草・海藻等の光合成により吸収したCO₂が、
 - ①草藻体から放出された難分解性の溶存有機物として海底や海水中に蓄積。
 - ②草藻体由来の有機物として海底土壤、深海に蓄積。

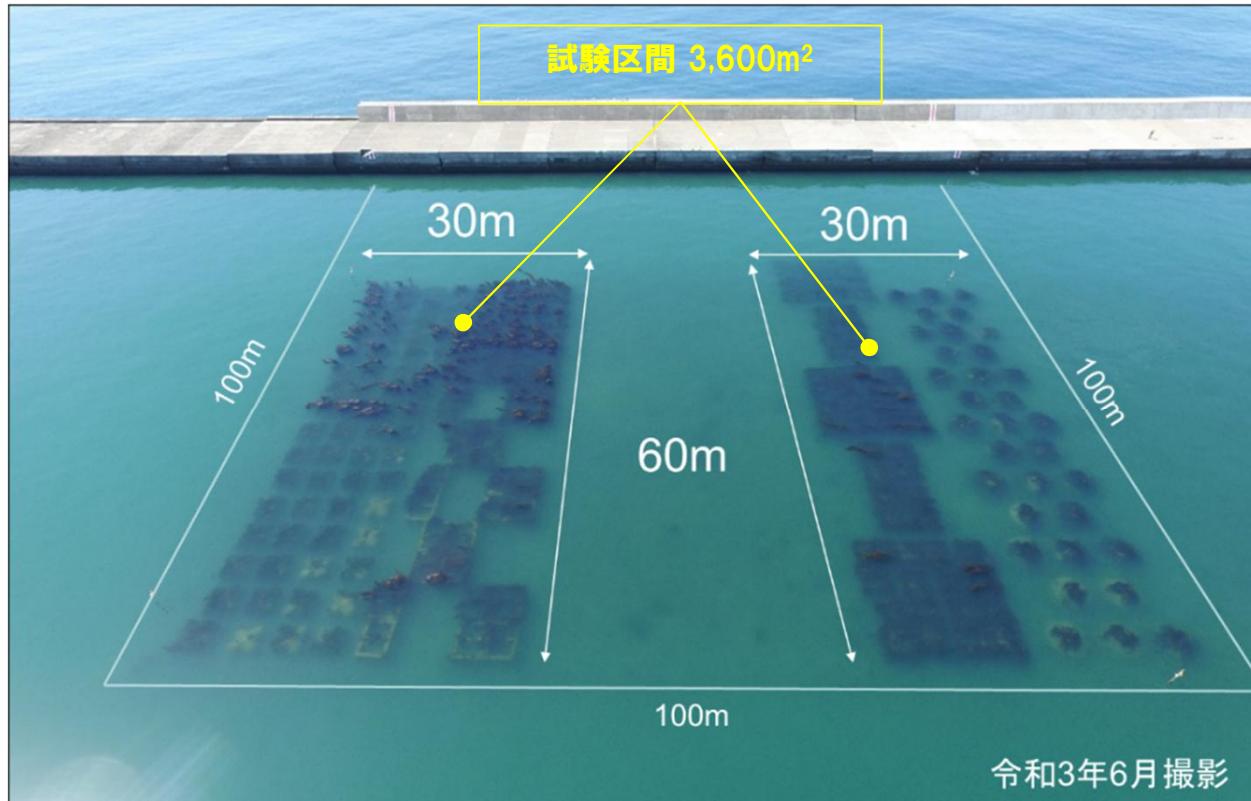


2. 北海道開発局での取組

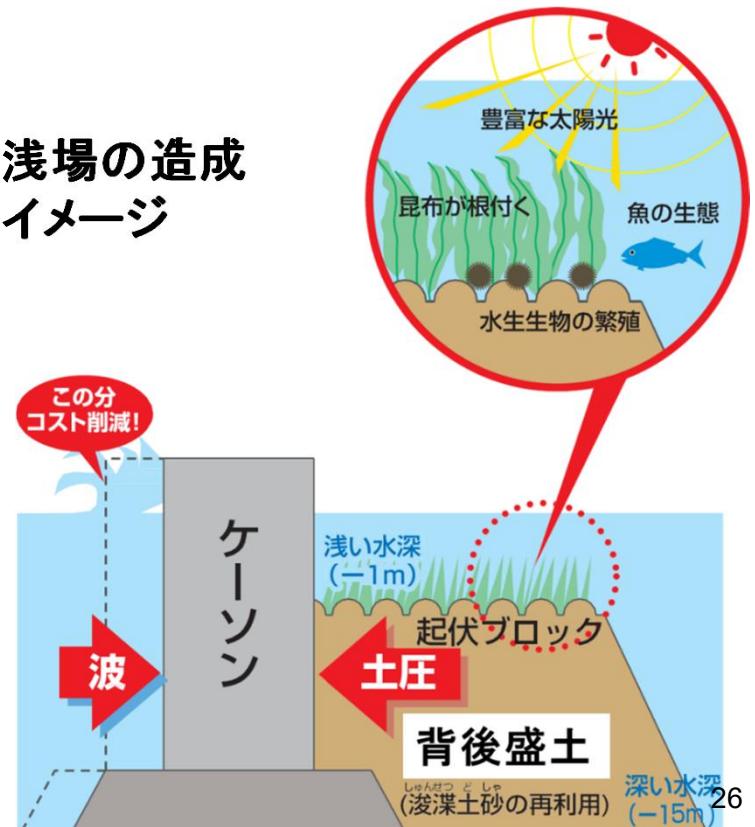
釧路港島防波堤における
ブルーカーボンによる
CO₂貯留量の試算

- 国土交通省では、ブルーカーボン生態系を活用したCO₂吸収源の拡大によるカーボンニュートラルの実現への貢献や生物多様性による豊かな海の実現を目指し、ブルーインフラの拡大を進めるため、「命を育むみなどのブルーインフラ拡大プロジェクト」を令和4年度より取組開始。
- 北海道開発局は、釧路港エコポート事業として、島防波堤背後に浚渫土砂の再利用によるコスト縮減と合わせて浅場を設け、海藻類等を生息させるプロジェクトを実施中。

浅場における藻場の生育状況(試験区間)



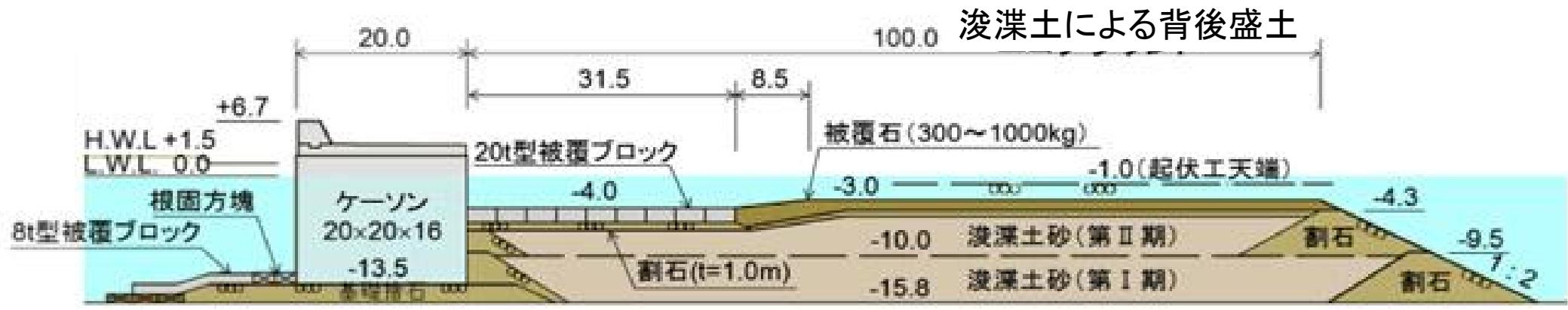
浅場の造成イメージ



森林における吸収量の2.4倍の効果があると推計

【基本方針】

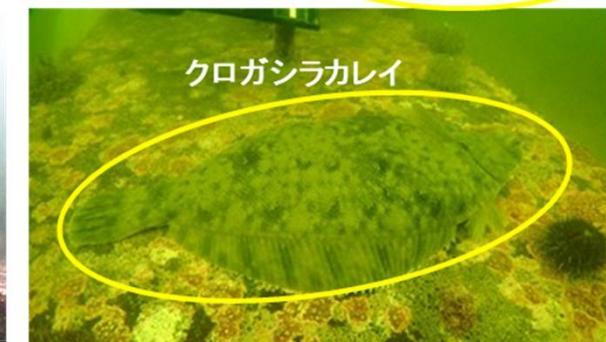
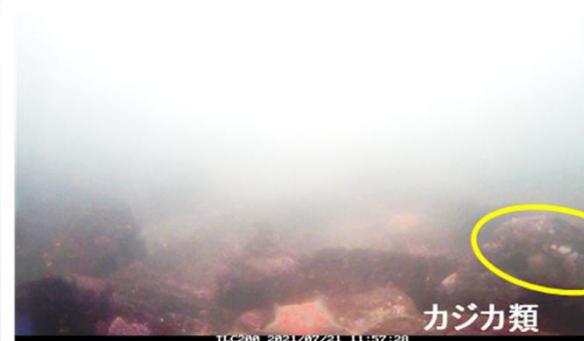
1. 浚渫土砂の有効利用により、土砂処分による環境負荷の低減を図る。
2. 背後盛土により防波堤構造物の安定性向上とコスト縮減を図る。
3. 背後盛土上に藻場を造成し、新たな水生動植物の生息環境を創出する。



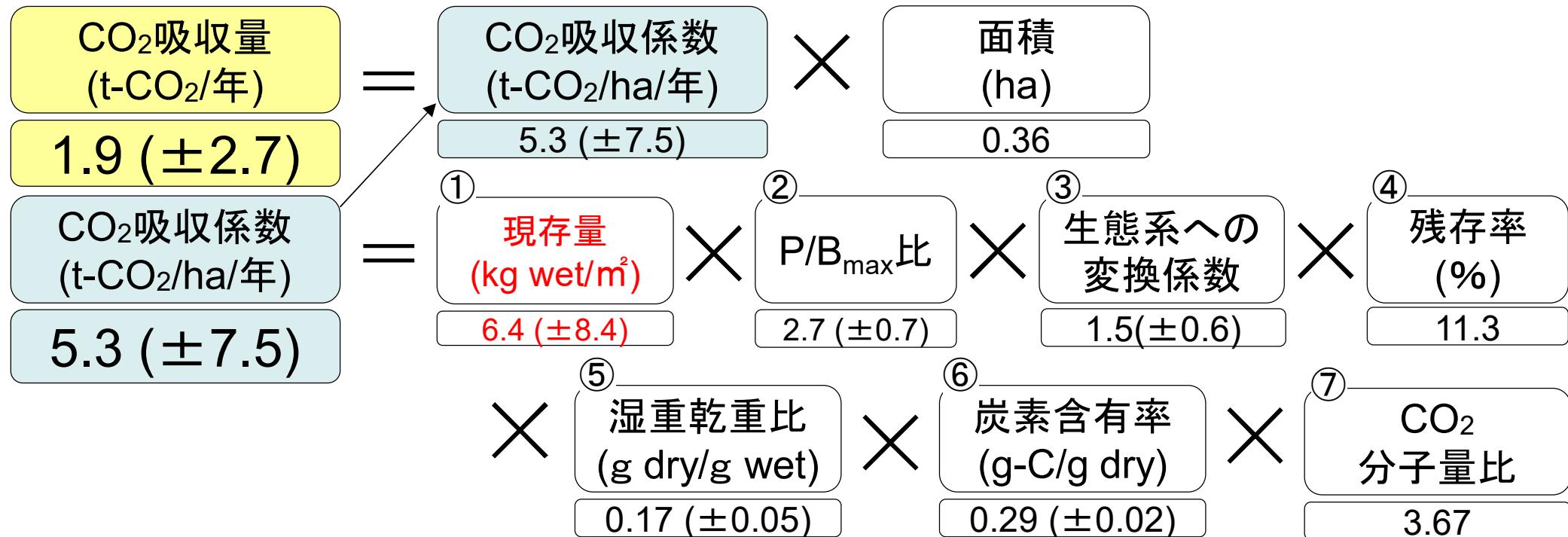
令和3年7月調査（魚類は24時間撮影による）

スジメ、ガッガラコンブ、アナメ等10種以上

植物・動物プランクトン（40種以上）、底生生物（30種越以上）



CO₂吸収量の算定方法とパラメータ値



- ①**湿重量**：モニタリング調査による年最大値
- ②**湿潤乾重比**：湿重量と乾重量の比(1-含水比)【文献値】
- ③**P/B比_{max}**：年間生産量(Production)と最大現存量(Biomass)の比【文献値】
- ④**炭素含有率**：海藻乾重量当たりに含まれる炭素の量【文献値】
- ⑤**CO₂分子量比**： $CO_2(44)/C(12) = 44/12 = 3.666$ 【固定値】
- ⑥**残存率**：1)海底蓄積、2)難分解性海中蓄積による割合【文献値】
- ⑦**生態系への変換係数**：付着微細藻類などの植物(一次生産者)の考慮【文献値】

森林のCO₂吸収係数の比較

- 森林のCO₂吸収係数は2003年をピークに減少傾向（老木の増加）【2021年インベントリ報告書】
 - 最新値(2019)では森林のCO₂吸収係数は、2.2(t-CO₂/ha/年)に相当
 - 釧路港島防波堤の吸収係数5.3(t-CO₂/ha/年)は森林の2.4倍
- ※インベントリの森林は、生体バイオマス、枯死木、リター(落ち葉)、土壌に分けて数値モデルを作成し、前年度からの差分でCO₂吸収量を推定。

